

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

А.Н. Михальчук

СПУТНИК СЕЛЬСКОГО
ЭЛЕКТРИКА

Справочник

А.Н. Михальчук

СПУТНИК СЕЛЬСКОГО ЭЛЕКТРИКА

2-е издание,
переработанное и дополненное

Справочник



МОСКВА 1989

ББК 40.7
М69
УДК 631.371: 621.311

Рецензент Е. А. Прощенко

М 3703000000—121 47—89
М104(03)—89
ISBN 5-260-00123-0

© Россельхозиздат, 1983
© Росагропромиздат, 1989,
с изменениями и дополнениями

СОДЕРЖАНИЕ

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	8
ПОТРЕБЛЕНИЕ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	21
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ПРИ ПЕРЕРЫВАХ В ПОДАЧЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	36
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ	46
ТИПЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	46
ВЫБОР И ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	68
ПУСК ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В ОДНОФАЗНОЕ НА- ПРЯЖЕНИЕ	76
СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ	79
РУБИЛЬНИКИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ	79
ПАКЕТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ	81
МАГНИТНЫЕ ПУСКАТЕЛИ	83
КНОПКИ УПРАВЛЕНИЯ И КНОПОЧНЫЕ СТАНЦИИ	87
ПРЕДОХРАНИТЕЛИ	87
АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ (АВТОМАТЫ)	91
ТЕПЛОВЫЕ РЕЛЕ	95
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАЩИТА	97
РЕЛЕ ВРЕМЕНИ	98

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ	101
КОНЕЧНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И МИКРОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ	102
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЛЕ И ДАТЧИКИ	104
ДАТЧИКИ УРОВНЯ, ВЛАЖНОСТИ И ДАВЛЕНИЯ	109
ФОТОРЕЛЕ	112
УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ	113
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	115
ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	115
ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОВОДА	122
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	137
СБЕТОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	137
Осветительные установки	137
Облучательные установки	145
ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	149
Электрокалориферные установки	149
Электроводонагреватели элементные	152
Электродные водонагреватели и паровые котлы	154
Противонакипные электромагнитные аппараты	163
Электрообогреваемые полы	164
Электронагревательные панели	168
Электрообогреваемые бетонные плиты и панели	168
Установки электроподогрева воды для поения животных	170
Гелиоэлектроустановки для нагрева воды	171
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД	173
Типовые схемы управления и условия пуска электродвигателя	173
Электрические схемы технологических процессов	182
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ХОЗЯЙСТВА	194
ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ	194

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	202
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	208
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ	212
Измерение сопротивления изоляции	212
Измерение сопротивления заземляющего устройства	216
Проверка наличия цепи между заземлителями и заземляемы-	
ми элементами	217
Измерение сопротивления цепи «фаза — нуль»	217
Измерение напряжения прикосновения	221
Проверка устройств молниезащиты	225
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	228
ПРИЛОЖЕНИЯ	236

Совершенствование сельскохозяйственного производства, намеченное XXVII съездом КПСС, базируется на реализации энергетической программы СССР, предусматривающей широкое внедрение новой техники на основе энергосберегающих технологий, рационального использования электроэнергии, повышения надежности энергоснабжения.

Для этой цели электротехническая промышленность выпускает различные технические средства: электрифицированные машины, агрегаты, поточные линии на базе автоматизированного электропривода, электроводонагреватели, электрокотлы, электрокалориферы и другое электрооборудование.

Развитие электроэнергетической базы в сельском хозяйстве позволило все шире применять комплексную механизацию и автомати-

зацию различных производственных процессов, перейти от электрификации отдельных машин к созданию ферм-автоматов и других полностью автоматизированных производственных объектов.

Для решения задач по экономному использованию электроэнергии и правильной эксплуатации электрооборудования необходимы знания технологий, параметров и характеристик технических средств, норм потребления электроэнергии и других нормативных положений по эксплуатации электроустановок в сельском хозяйстве.

Предлагаемый вниманию читателей справочник поможет специалистам-электрикам колхозов и совхозов в эксплуатации электрооборудования и рациональном использовании электрической энергии.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В сельском хозяйстве электрооборудование эксплуатируется в условиях повышенной влажности и агрессивной среды, пыли и абразивных частиц, неравномерной загрузки и перегрузки машин, низкого качества электрической энергии, сезонности работы в течение года. В условиях же повышенной влажности сопротивление и электрическая прочность изоляции электрооборудования значительно уменьшаются, а постоянная времени нагрева обмоток электродвигателя увеличивается. Это, в свою очередь, приводит к снижению интенсивности удаления влаги из обмоток и пробоя изоляции. При работе на зернотоках, в кормоцехах, животноводческих фермах, птичниках на электрооборудование оседает пыль, что снижает его теплоотдачу. Кроме того, наличие абразивных частиц в пыли приводит к повышенному износу и увлажнению обмоток двигателя.

Выбор электрооборудования и условия эксплуатации в значительной степени влияют на срок службы и надежность работы электрооборудования.

В зависимости от условий эксплуатации предъявляются определенные требования к защите электрооборудования от окружающей среды.

По условиям окружающей среды помещения делятся на несколько категорий (табл. 1).

В настоящее время электротехническая промышленность выпускает разнообразное по исполнению и степени защиты электрооборудование. В сельском хозяйстве рекомендуется использовать электрооборудование климатического исполнения «У»,

**Таблица 1. КАТЕГОРИИ ПОМЕЩЕНИЙ ПО УСЛОВИЯМ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Категория помещения	Примерный перечень помещений
1	2
Сухие — относительная влажность не превышает 60 %, температура 30° С	Конторы, клубы, жилые дома, общежития, отапливаемые склады, инкубатории, помещения для обслуживающего персонала ферм, подсобные помещения в ремонтно-механических мастерских и пр.
Влажные — пары или конденсирующая влага выделяются лишь временно, в небольших количествах, относительная влажность воздуха — более 60 %, но не превышает 75 %, температура не превышает 30° С	Неотапливаемые склады, залы столовых, кухни жилых помещений, лестничные клетки, отапливаемые подвалы, гаражи и т. д.
Сырые — относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %, температура не превышает 30° С	Овощехранилища, доильные залы, молочные, кухни столовых и т. д. При наличии установок микроклимата — коровники, птичники, свинарники и другие животноводческие помещения
Особо сырые — относительная влажность воздуха близка к 100 %: потолок, стены и другие предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой	Теплицы, парники, моченные кормоцехов и другие подсобные помещения. Наружные установки. Сараи, навесы и другие неотапливаемые помещения с температурой, влажностью и составом воздуха практически не отличающимся от наружных условий

Особо сырые с химически активной средой — относительная влажность близка к 100 %, длительно или постоянно находятся пары аммиака, сероводорода или других газов не взрывоопасной концентрации, но действующие разъедающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования

Пыльные — по условиям производства содержится технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на аппаратах и проникать внутрь машин

Пожароопасные — помещения, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45° С или в которых выделяется горючая пыль, но содержание их не достигает взрывоопасных концентраций

Взрывоопасные (В-Ia) — помещения и наружные установки, содержащие взрывоопасные газы, пары и легковоспламеняющиеся жидкости, где взрывоопасные смеси возможны только в результате аварий или неисправностей

Коровники, телятники, свинарники, конюшни и другие животноводческие помещения при отсутствии в них установок по созданию микроклимата, склады минеральных удобрений

Помещения для дробления сухих кормов, комбикормовые заводы, склады цемента, зерноочистительные и прочие подобные помещения

Склады и установки по регенерации минеральных масел (класс П-I). Деревообделочные помещения мельниц и элеваторов, зернохранилища (класс П-II). Складские помещения для хранения горючих материалов (класс П-IIa)

Аккумуляторные, нефтебазы, хранилища нефтепродуктов и т. д.

предназначенное для районов умеренного климата, которое подразделяется на категории в зависимости от места размещения при эксплуатации: У1; У2; У3; У4; У.4.1; У.4.2; У5 (табл. 2).

Степени защиты персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями оборудования от попадания пыли, влаги и твердых частиц обозначаются буквами IP и двумя цифрами (см. табл. 2): первая цифра характеризует степень защиты от проникновения твердых тел и пыли, вторая — степень защиты от проникновения воды (например, IP31). Если отсутствует необходимость защиты, то вместо обозначения ставится знак «X» (например, IP5X).

Для сельского хозяйства предпочтительны следующие степени защиты изделий: IP23, IP30, IP31, IP41, IP44, IP51, IP54, IP55.

На долговечность и эффективность работы электроустановок существенно влияет качество напряжения. При значительных колебаниях напряжения в сети уменьшается электромагнитный момент электродвигателей (табл. 3), снижается частота вращения, растут потери и в результате перегрева обмоток, старения изоляции срок службы ее сокращается.

Качество напряжения в сельскохозяйственных электрических сетях оценивают по ряду показателей. Для сетей трехфазного тока нормируются колебания и отклонения напряжения и частоты, несимметрия и несинусоидальность формы кривой напряжения (табл. 4).

Таблица 2. ХАРАКТЕРИСТИКА
ИСПОЛНЕНИЯ И СТЕПЕНЕЙ ЗАЩИТЫ

Цифровое обозначение исполнения	Климатический фактор категории исполнения		
	температура воздуха, °C	среднемесячное значение влажности воздуха при 20° C, %	продолжитель- ность воздействия, мес
1	2	3	4
0	—	—	—
1	$\frac{+45}{+45}$; $\frac{-45}{-50}$	80; 98	6
2	$\frac{+40}{+45}$; $\frac{-45}{-50}$	80; 98	6
3	$\frac{+40}{+45}$; $\frac{-45}{-50}$	80; 98	6
4	$\frac{+35}{+40}$; $\frac{+1}{+1}$	65; 80	12
(4.1)	$\frac{+25}{+40}$; $\frac{+10}{+1}$	65; 80	12
(4.2)	$\frac{+35}{+40}$; $\frac{+10}{+1}$	65; 80	12

КАТЕГОРИЙ КЛИМАТИЧЕСКОГО IP ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Степень защиты IP	
от соприкосновения персонала, попадания твёрдых тел и пыли	от проникновения влаги
5	6
Защита отсутствует Защищено от случайного соприкосновения большого участка поверхности тела человека с токоведущими или движущимися частями; от попадания крупных твёрдых тел диаметром не менее 52,4 мм Защищено от попадания средних размеров твёрдых посторонних тел диаметром не менее 12,5 мм; от соприкосновения пальцами с токоведущими или движущимися частями Защищено от соприкосновения инструментом, проволокой; от попадания мелких твёрдых посторонних тел диаметром не менее 2,5 мм Защищено от соприкосновения инструмента, проволоки; от попадания мелких твёрдых посторонних тел толщиной не менее 1 мм То же »	Защита отсутствует Защищено от капель сконденсировавшейся воды, вертикально падающих на оболочку Защищено от капель воды, падающих на оболочку, наклоненную под углом не более 15° к вертикали Защищено от дождя, падающего на оболочку, наклоненную под углом 60° к вертикали Защищено от брызг воды, падающих в любом направлении То же »

Особенности эксплуатации электрооборудования

1	2	3	4
5	$\frac{+35}{+35}; \frac{-5}{-5}$	90; 98	12
6	—	—	—
7	—	—	—
8	—	—	—

Примечание. В числителе даны значения рабочих температур, в знаменателе — 25° С без конденсации влаги.

Т а б л и ц а 3. ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ

Электрооборудование	Допустимое отклонение (ГОСТ 13109—67)	
	снижение, % от U_H	превышение, % от U_H
1	2	3
Асинхронные электрические двигатели	7,5	10

Особенности эксплуатации электрооборудования

Продолжение

5	6
Полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями; от вредных отложений пыли	Защищено от водяных струй, выбрасываемых через наконечник на оболочку в любом направлении
Полностью защищено от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями; от вредных отложений пыли	Защищено от воздействий, характерных для палубы корабля (при захлестывании морской волной вода не должна проникать в оболочку)
—	Защищено при погружении в воду (вода не должна проникать в оболочку при давлении в течение определенного времени)
—	Защищено при длительном погружении в воду и определенном давлении (вода не должна проникать внутрь оболочки)

предельных; второе значение относительной влажности является верхним пределом при

НАПРЯЖЕНИЯ НА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Количественная оценка влияния напряжения

снижение на 10 % от U_H	превышение на 10 % от U_H
4	5
Момент двигателя изменяется пропорционально квадрату напряжения	Момент двигателя снижается на
Момент двигателя снижается на	Увеличенный момент двигателя про-

Особенности эксплуатации электрооборудования

1	2	3	4
Магнитные пускатели, реле, тормоза, муфты, вибрационные устройства, соленоиды и другие электромагнитные устройства	7,5	10	
Сварочные аппараты	7,5	7,5	
Электронагревательные устройства (электронагреватели, плавильные ванны, печи для сушки, паяльники)	7,5	7,5	
Осветительные приборы (лампы накаливания, люминесцентные, инфракрасные, ртутные, газонаполненные, балластные, сопротивления, стартеры и конденсаторы)	2,5	5,5	

5	6
19 %. Температура повышается на 7° С. Увеличивается время пуска. Скольжение повышается на 27,5 %, ток ротора — на 14, ток статора 10 %	порционально квадрату напряжения служит причиной перегрузок валов, ременных передач, увеличивается пусковой удар. Пусковой ток повышается на 12 %, вращающий момент — на 21 %, коэффициент мощности снижается на 5 %. Повышается шум
Индукция магнитного поля возрастает пропорционально квадрату напряжения	
Уменьшается удерживающая сила, при механических сотрясениях и провалах напряжения контакты реле и магнитных пускателей размыкаются	Сердечники насыщаются, резко возрастает ток и увеличивается количество выделяемого тепла
Величина тока сварки изменяется пропорционально квадрату напряжения	
Время сварки увеличивается на 20 %	Увеличивается выделение тепла на 20 %. Торцевая и точечная сварки могут быть некачественными
Количество выделяемого тепла изменяется пропорционально квадрату напряжения	
Время нагрева увеличивается на 25 %, производительность снижается	Выходят из строя нагревательные элементы, происходит порча обрабатываемого изделия или материалов
Срок службы ламп накаливания изменяется пропорционально напряжению в степени 13,1, световотдача — 3,4, световотдача на 1 кВт · ч — в степени 1,8	
Для нормального освещения требуется на 30 % больше ламп накаливания, на 15 % — люминесцентных. Мигание света вследствие не-	Срок службы ламп накаливания сокращается в 2,5 раза (300—350 ч вместо 1000 ч). Температура балластных сопротивлений возрастает

Особенности эксплуатации электрооборудования

1	2	3
Электронная аппаратура	2,5	2,5

**Таблица 4. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ЭНЕРГИИ И ИХ ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ**

Показатель	Расчетная формула	Допустимое значение
1	2	3

Отклонение напряжения: $\Delta U = \frac{U}{U_n} \cdot 100 \%$,

где ΔU — часть напряжения, В;
 U — относительное напряжение, В;

4	5
больших, периодических колебаний напряжения становится намного ощутимее. (При снижении напряжения на 2,5 % световой поток ламп накаливания снижается на 9 %, а при снижении на 5 % — на 17,5 %) При отклонении напряжения более чем на 2—3 % от U_n срок службы радиоламп сокращается. Выходная мощность генераторов изменяется приблизительно пропорционально квадрату напряжений. Колебания напряжения могут служить причиной ошибок контрольно-измерительной аппаратуры и счетных машин. Требуют применения специальных стабилизаторов Тиратроны могут выйти из строя в течение нескольких минут. Способность ультразвуковых фильтров к очистке и индукционных нагревательных установок к нагреву снижается на 20 % и более	до недопустимых пределов. Инфракрасные источники света увеличивают выделение тепла на 21 %, что может привести к обгоранию поверхностей материалов Срок службы катодных ламп сокращается в 4 раза. Повышается выход из строя радиоламп, резисторов и конденсаторов

1	2	3
U_n — номинальное напряжение, В		
на зажимах электродвигателей		От —5 до +10 % (от —7,5 до 10 %)
на зажимах приборов рабочего освещения в производственных и общественных зданиях, а также про-		От —2,5 до +5 % (±7,5 %)

Особенности эксплуатации электрооборудования

Продолжение

1	2	3
жекторных установках наружного освещения на зажимах остальных приемников		$\pm 5 \%$ ($\pm 7,5 \%$)
Колебания напряжения сверх допустимых откло- нений, скорость которого не менее $U_{ном}$ в 1 с:	$U_{ном} = 1 + \frac{6}{n} = 1 + \frac{\Delta t}{10}, \%$ где n — число колеба- ний, ч; Δt — средний интервал между колебаниями, подсчитанными в тече- ние 1 ч	
на зажимах осветитель- ных ламп и радиоприбо- ров для установок с резкопе- ременной нагрузкой (про- катные станы, кормодро- билки и т. п.) для остальных приемни- ков		До 1,5 % при неог- раниченной частоты те Не нормируется
Отклонения частоты (раз- ность между текущим и номинальным значения- ми)	$\Delta f = f_v - f_1, \text{ Гц},$ где f — номинальная частота, Гц; f_1 — текущая частота, Гц	$\pm 0,1 \text{ Гц}$

Примечание. В скобках даны допустимые значения для сельскохозяйственных потребителей.

ПОТРЕБЛЕНИЕ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В сельском хозяйстве большинство электроустановок работает с переменной электрической нагрузкой. Основные расчетные и режимные показатели электрических нагрузок, необходимых при выборе мощности источника энергии и оценке степени использования мощности электроустановок, определяют при помощи графиков электрических нагрузок (планируемых и фактических). Планируемые графики нагрузок составляют на основании графиков технологических нагрузок с учетом принятой технологии работ, расписания дня и установленной мощности механизмов. Фактические графики записывают при помощи приборов, устанавливаемых на вводе объекта или на шинах потребительской подстанции. Для замеров могут быть использованы гокоизмерительные клещи. Периодически замеряют мощность или ток и по полученным данным строят суточные графики.

Основные показатели графиков электрических нагрузок — средняя и максимальная мощности установок. По этим показателям и установленной мощности определяют режимные показатели использования электрической энергии на объекте: коэффициент использования установленной мощности, коэффициент заполнения графика и коэффициент спроса.

Среднюю мощность установок ($P_{ср}$, кВт) определяют по графику суточных нагрузок как отношение суммы произведений мощности отдельных установок к их продолжительности или соотношению количества электроэнергии и продолжительности рабочего цикла ($T_{сут}$).

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum P_i t_i}{\sum t_i} = \frac{W_c}{T_c},$$

где P_i — усредненное значение мощности по графику суточных нагрузок, разбитому на участки по продолжительности t_i (продолжительность участков равна 1 ч: $P_{\text{ср}} = \frac{\sum P_i}{24}$);

W_c — количество потребленной установкой электрической энергии за время T_c , определяемое электросчетчиком.

Коэффициент использования установленной мощности определяют как отношение средней мощности к установленной:

$$K_{\text{и}} = \frac{P_{\text{ср}}}{\sum P_{\text{и}}},$$

где $P_{\text{ср}}$ — средняя мощность установки, кВт;

$\sum P_{\text{и}}$ — суммарная установленная мощность токоприемников объекта, кВт.

Коэффициент заполнения графика находят по следующей формуле:

$$K_z = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{макс}}},$$

где $P_{\text{ср}}$ — средняя мощность установки, кВт;

$P_{\text{макс}}$ — максимальная мощность установки, кВт.

Коэффициент заполнения графика характеризует неравномерность загрузки трансформаторной подстанции. Если наибольшее значение коэффициента равно 1, это свидетельствует о наиболее рациональном использовании установки.

Коэффициент спроса — один из важных режимных показателей, его определяют по формуле

$$K_c = \frac{P_{\text{макс}}}{\sum P_{\text{и}}},$$

где $P_{\text{макс}}$ — средняя мощность установки, кВт;

$\sum P_{\text{и}}$ — суммарная установленная мощность токоприемников объекта, кВт.

Таблица 5. РЕЖИМНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Потребитель	Коэффициент			
	средневзвешенный	использования мощности	спроса	заполнения графика
Кормоцех	0,70—0,75	0,04—0,07	0,25	0,3
Молочнотоварная ферма	0,93—0,96	0,14—0,16	0,20	0,6
Коровник	0,70—0,75	0,03—0,06	0,29	0,3
Свиноводческая ферма	0,75—0,80	0,12—0,14	0,19	0,5
Свинарник	0,73—0,80	0,10—0,12	0,15	0,2
Молокозавод	0,80—0,82	0,11	0,30	0,5
Доильные установки	0,80	0,19	—	—
Кормораздатчики	0,71	0,011	—	—
Навозоуборочные транспортеры	0,71	0,02	—	—
Водонагреватели	1,00	0,40	—	—
Вентиляционные установки	0,83	0,65	—	—
Холодильные установки	0,78	0,16	—	—
Машины для приготовления кормов ОГМ-1,5	—	0,55	0,62	0,89

Коэффициент спроса учитывает одновременность работы электроустановок, их загрузку и потери энергии в линии. Режимные показатели электрических нагрузок некоторых видов установок приведены в таблице 5.

По коэффициенту спроса просто определить расчетную активную (максимальную) мощность группы электроустановок, по максимальной потребляемой мощности — реактивную мощность ($Q_{\text{макс}}$, кВт):

$$Q_{\text{макс}} = \operatorname{tg} \varphi_{\text{ср}} P_{\text{макс}},$$

где $\operatorname{tg} \varphi_{\text{ср}}$ — находят по средневзвешенному $\cos \varphi_{\text{ср}}$ для группы электроустановок;

$P_{\text{макс}}$ — максимальная мощность установки, кВт.

Расчетную мощность при выборе трансформатора определяют по следующим формулам:

$$S_p = c \sqrt{(\sum P_{\text{макс}})^2 + (\sum Q_{\text{макс}})^2};$$

$$\sum P_{\text{макс}} = P_{\text{макс}_1} + P_{\text{макс}_2} + \dots + P_{\text{макс}_n};$$

$$\sum Q_{\text{макс}} = Q_{\text{макс}_1} + Q_{\text{макс}_2} + \dots + Q_{\text{макс}_n},$$

где c — коэффициент совмещения максимумов, равный 0,7—0,9.

Потребление электрической энергии установками измеряют счетчиками индукционного типа (табл. 6) для двух-, трех- и четырехпроводных сетей, рассчитанными на 5 А, напряжением 220, 380 В. Для непосредственного включения счетчики изготавливают на ток силой до 30 А. Чтобы расширить пределы применения счетчиков, используют трансформаторы тока и напряжения. В двухпроводной сети используют однофазные счетчики, в других — трехфазные. Схемы включения счетчиков приведены на рисунке 1.

При равномерной нагрузке учитывать энергию можно в четырехпроводной сети однофазным счетчиком (см. рис. 1, а, б). Расход энергии определяют по показанию счетчика.

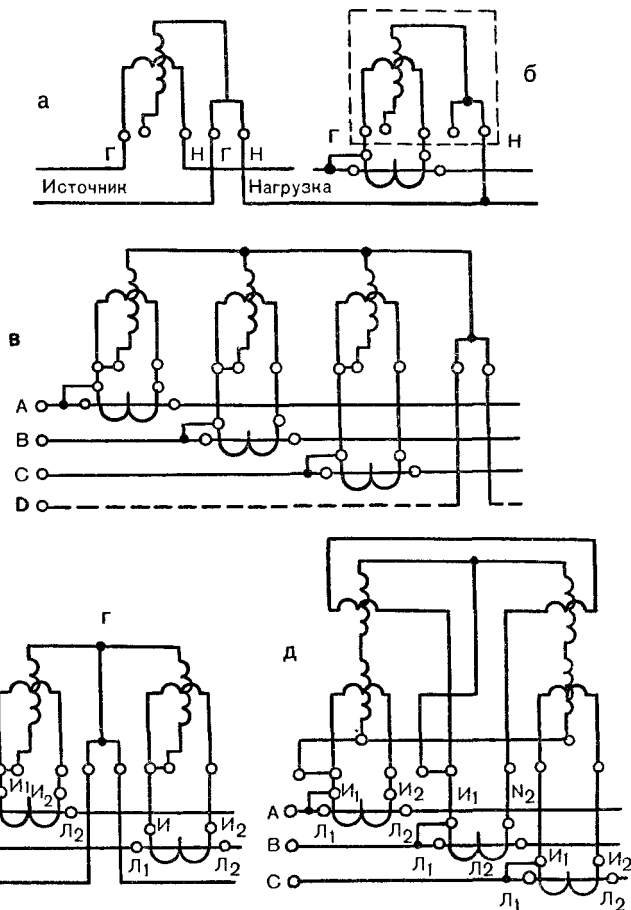
Для учета реактивной энергии в трехфазной сети применяют специальные трехфазные счетчики реактивной энергии. При включении счетчиков через трансформаторы тока необходимо согласовать выходные и входные концы трансформаторов: зажимы первичной обмотки трансформатора тока обозначают буквами L_1 и L_2 , а зажимы вторичной обмотки — буквами I_1 и I_2 . Если провод от ввода подведен к зажиму L_1 , то провод от зажима

**Таблица 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СЧЕТЧИКОВ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Счетчик	Класс точности	Подключение	Номи- нальный ток, А	Номинальное напряже- ние, В	Масса, кг
САЗУ-И680	0,5	Через трансформаторы тока и напряжения	1,5	100, 200, 380	4,3
САЗУ-И670М	2,0	То же	1,5	100, 200, 380	2,7
САЗ-И670П	2,0	Непосредственное	20, 30, 50	127, 220, 380	3,5
САЧУ-И672	2,0	Через трансформаторы тока	5	220, 380	3,2
САЧ-И675	1,0	Непосредственное	5, 10	220, 380	5,0
СО-2М	2,5	»	5, 10	127, 220	1,2
СО-2М	2,5	Через трансформаторы тока и напряжения	5	100	1,2
СО-5У	2,5	Непосредственное	10, 30	127, 220	1,2
СРЧ-И679	3	»	20, 30, 50	220, 380, 50	3,7
СРЧ-673М	2	Через трансформаторы тока	1,5	127, 220, 380	3,2

Примечание. Типы счетчиков (С): А — активной энергии; Р — реактивной энергии; О — однофазный; З — трехфазный, трехпроводный; Ч — трехфазный, четырехфазный; И — индукционный; М — модернизированный; У — универсальный; П — прямоточный; цифры — конструктивное исполнение.

И₁ вторичной обмотки тока соединяют с входящим зажимом счетчика (см. рис. 1, з, д).



Р и с. 1. Схемы включения счетчиков электрической энергии:

а — однофазного непосредственно в сеть; б — однофазного через трансформатор тока; в — трехфазного; г — двухэлементного трехфазного; д — трехфазного для учета реактивной энергии

Класс точности расчетных счетчиков непосредственного включения должен быть для активной энергии не ниже класса 2,5 и реактивной — 3,0. Для расчетных счетчиков, включаемых через измерительные трансформаторы, класс точности должен быть для активной и реактивной энергии не ниже 2,0.

Счетчики необходимо устанавливать на капитальных стенках, не подверженных сотрясениям, в местах, доступных для проверки и контроля, с температурой воздуха в пределах 0—40°C. В распределительных щитах потребительских подстанций счетчики должны подогреваться нагревательными элементами или от электрической лампочки мощностью 200—300 Вт.

В процессе работы электроприемники (асинхронные двигатели, трансформаторы и др.) нуждаются как в активной, так и в реактивной энергии. Коэффициент мощности ($\cos \varphi$) определяют как соотношение между активной и реактивной мощностью по формуле

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}},$$

где P — активная мощность, кВт;
 Q — реактивная мощность, квар;
 S — полная мощность, кВ · А.

Величина коэффициента мощности не остается постоянной: различают мгновенное и средневзвешенное значения. Мгновенное значение $\cos \varphi_{м.з}$ измеряют фазометром или рассчитывают по формуле

$$\cos \varphi_{м.з} = \frac{1000 P}{1,73 U_{л} I_{л}},$$

где P — активная мощность, кВт;
 $U_{л}$ — линейное напряжение, В;
 $I_{л}$ — линейный ток, А.

При расчетах за электроэнергию и определении мощности компенсационных установок используют средневзвешенное значение

ние коэффициента мощности $\cos \varphi_{\text{ср. вэв}}$. Этот коэффициент на основании показаний счетчиков активной и реактивной энергии за определенный промежуток времени (час, сутки, месяц, год) определяют по формуле

$$\cos \varphi_{\text{ср. вэв}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_p}{W_a}\right)^2}},$$

где W_p и W_a — соответственно суммарное потребление активной (кВт · ч) и реактивной (квар · ч) энергии.

Зная отношение $\frac{W_p}{W_a}$, значение $\cos \varphi_{\text{ср. вэв}}$ можно определить по таблице 7.

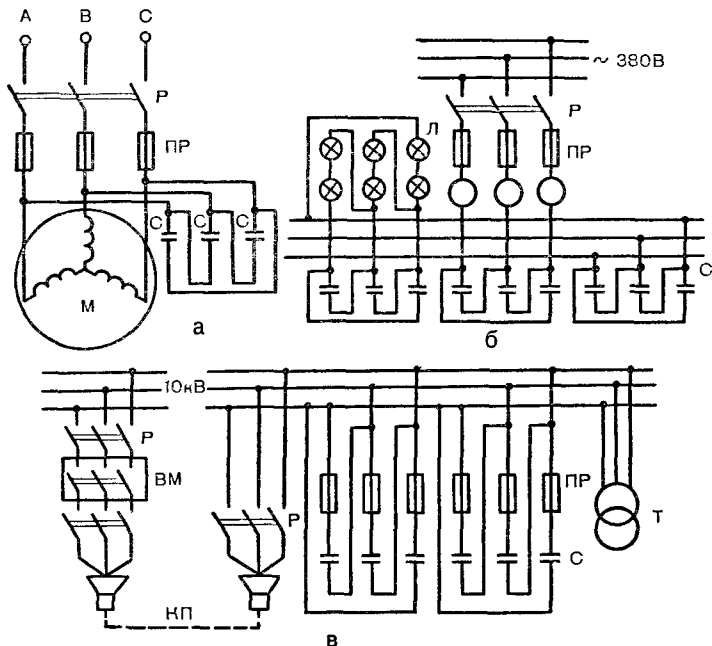
Одной из эффективных мер повышения $\cos \varphi$ является подключение компенсирующих устройств: косинусных конденсаторов и перевозбужденных синхронных двигателей.

Т а б л и ц а 7. ЗНАЧЕНИЯ $\cos \varphi_{\text{ср. вэв}}$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СООТНОШЕНИЯ РЕАКТИВНОЙ И АКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ (мощности)

$\frac{W_p}{W_a}$	$\cos \varphi_{\text{ср. вэв}}$	$\frac{W_p}{W_a}$	$\cos \varphi_{\text{ср. вэв}}$
2,0	0,446	1,0	0,707
1,9	0,465	0,9	0,743
1,8	0,485	0,8	0,781
1,7	0,507	0,7	0,819
1,6	0,530	0,6	0,859
1,5	0,554	0,5	0,895
1,4	0,581	0,4	0,928
1,3	0,609	0,3	0,958
1,2	0,641	0,2	0,980
1,1	0,660	0,1	0,995

При включении в сеть эти компенсирующие устройства вырабатывают реактивную мощность, разгружая энергетическую систему и соответственно повышая $\cos \varphi$ сетей и трансформатора.

Для сельскохозяйственных потребителей наиболее приемлемым способом, повышающим коэффициент мощности, является



Р и с. 2. Схемы включения батарей конденсаторов:

а — индивидуальная, б — групповая; в — централизованная

установка статистических конденсаторов. Они имеют незначительные потери энергии, мало подвержены износу, бесшумны, просты и удобны в обслуживании и легко могут быть подобраны на различную мощность. Выход из строя отдельного конденсатора, при надлежащей его защите, обычно не отражается на работе всей конденсаторной установки.

Конденсаторы можно устанавливать в виде отдельных единиц (индивидуальная компенсация) у электродвигателей, группами — на шинах центрального распределительного устройства (групповая компенсация) и централизованно — на шинах трансформаторных подстанций (централизованная компенсация, рис. 2).

Мощность компенсирующего устройства определяют по формуле

$$Q = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2),$$

где P — активная мощность, кВт;

φ_1, φ_2 — углы сдвига фаз до и после компенсации.

Необходимую реактивную мощность компенсирующего устройства можно определить по таблице 8. Для этого необходимо знать величину $\cos \varphi$ до и после компенсации.

**Т а б л и ц а 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ
КОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПО ЗАДАНЫМ
КОЭФФИЦИЕНТАМ МОЩНОСТИ ($\cos \varphi$), КВАР**

Коэффициент мощности							
до компенсации	после компенсации						
	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,97
1	2	3	4	5	6	7	8
0,4	1,807	1,837	1,866	1,899	1,929	1,965	2,044
0,5	1,246	1,276	1,305	1,388	1,368	1,404	1,483

Потребление и учет электроэнергии

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
0,6	0,845	0,873	0,907	0,940	0,970	1,600	1,850
0,7	0,535	0,565	0,594	0,627	0,657	0,693	0,772
0,8	0,289	0,319	0,348	0,381	0,411	0,447	0,526

В таблице 9 приведены технические данные конденсаторов КМ (косинусные масляные), КС (косинусные соволовые) и КМВ (косинусные масляные для внутренней установки).

Таблица 9. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОСИНУСНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

Тип	Номинальные данные			Масса, кг
	напряжение, В	емкость, мкФ	мощность, квар	
КМ-0,22	220	263	4	24
КМ-0,38	380	220	10	24
КМ2-0,22	220	657	10	65
КМ2-0,38	380	552	25	65
КС-0,22	220	330	5	28
КС-0,38	380	330	15	28
КМВ-П-0,22	220	587	9,02	60
КМВ-П-0,38	380	420	19,0	60

Рациональное использование электроэнергии требует соблюдения установленных норм расхода, что обеспечивается правильной организацией эксплуатации и оптимальной загрузкой

электрифицированных машин. В таблицах 10—12 приведены нормы потребления электроэнергии в сельском хозяйстве.

Таблица 10. НОРМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОДЕРЖАНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, СВИНЕЙ И ОВЕЦ, кВт · ч/гол/год (разработаны ВИЭСХ)

Процесс	КРС				Свины		Овце-водческая ферма	
	молочные комплексы	молочные фермы	откорм молодых	откормочные площадки	комплексы	фермы	репродуктивные фермы (на свичоматку)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Доеение и первичная обработка молока	217	197	—	—	—	—	—	—
Кормоприготовление (в том числе раздача)	180 (20)	6	49	22,5	16,5	24,5	324	21
Навозоудаление	12	20	17	—	4,3	2,3	101	2
Электронагрев	92	133	—	—	—	—	—	—
Поение животных	20	18	20	28,5	2,9	7,6	282	—
Вентиляция без электроподогрева воздуха	756	76	330	—	68,8	45,0	642	—
Облучение животных	—	—	—	—	8,4	—	323	2
Технологическая норма	1277	450	416	51	101	79	1672	25

Потребление и учет электроэнергии

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Освещение	153	130	62	19	9,6	6,6	271	2
Вентиляция в помещениях без животных	188	56	13	6	2,6	10,2	45	—
Прочие процессы, не входящие в технологическую норму (склады, гараж, контора и т. д.)	—	—	18	7	3,4	5,1	61	—
Потери электроэнергии в сетях	15	6	5	1	1,0	1,0	20	—
Общепроизводственная норма	1635	642	514	84	118	102	2070	27
Технологический обогрев молодняка	400	400	—	—	70	70	1100	20
Электрообогрев приточного воздуха	750	750	—	—	400	400	2400	107
Электронагрев воды и получение технологического пара	500	500	—	—	—	—	—	—

Примечание. Нормы потребления электроэнергии для тепловых процессов и вентиляции должны быть дифференцированы по климатическим зонам и определены путем умножения на поправочные коэффициенты (первая цифра — тепловые процессы, вторая — вентиляция в животноводстве): для Северо-Западной зоны на 1,14, 0,87; Центральной — на 1,0, 1,0, Волго-Вятской — на 1,05, 0,95; Центрально-Черноземной — на 0,92, 1,09; Поволжской — на 0,95, 1,06; Северо-Кавказской — на 0,69, 1,32; Уральской — на 1,09, 0,92; Западно-Сибирской — на 1,14, 0,87; Восточно-Сибирской — на 1,3, 0,71; Дальневосточной — на 1,34, 0,67; Прибалтийской — на 0,83, 1,18; Донецко-Приднепровской — на 0,79, 1,22; Юго-Западной — на 0,79, 1,22; Южной — на 0,61, 1,4; Закавказской — на 0,53, 1,48; Среднеазиатской — на 0,51, 1,5; Казахстанской — на 0,91, 1,1; Белорусской — на 0,86, 1,15.

Таблица 11. НОРМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПТИЦЕВОДСТВЕ,
кВт · ч/гол/год

Процесс	Цех взрослой птицы				Цех выращивания молодняка птицы за цикл			
	3—4-ярусные батареи КБН, БКН-3, ККТ	2-ярусные батареи КБМП	1-ярусные батареи ОБН	напольное содержание	ремонтный молодняк		бройлеры	
					номинальное	много-ярусное	напольное	много-ярусное
Кормоприготовление (в том числе раздача)	0,1	0,13	0,2	0,25	0,06	0,04	0,08	0,03
Уборка помета	0,1	0,13	0,26	0,44	0,05	0,03	0,025	0,014
Электронагрев приточного воздуха	130	130	130	—	1,5	—	0,6	—
Вентиляция без электроподогрева воздуха	6,4/3,0	6,8/3,2	7,0/3,3	7,7/3,6	2,2/1,1	2,1/1,05	0,8	0,66
Яйцесбор	0,15	0,25	0,3	—	—	—	—	—
Освещение птичников	4,2	4,67	8,8	15,6	1,22	0,57	1,2	0,6
Итого	10,95/7,55	12,8/8,38	16,56/12,06	24/19,9	5,0/3,9	2,7/1,7	2,7	1,3

Примечание. В числителе приведены нормы для птицы мясного направления, в знаменателе — для яичного.

**Таблица 12. НОРМА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА
ПРОИЗВОДСТВО ТРАВЯНОЙ МУКИ, ГРАНУЛ, БРИКЕТОВ,
СЕНАЖА, КОМБИКОРМОВ И ПОСЛЕУБОРОЧНУЮ ОБРАБОТКУ
ЗЕРНА, кВт · ч/т/год**

Процесс	Расход
Заготовка кормов	
Заготовка сена активным вентилированием, приготовление и выгрузка сенажа	105
Приготовление травяной муки (электропривод)	105
Гранулирование травяной муки	50
Брикетирование кормов	25
Производство комбикормов	38
Гранулирование комбикормов	18
Технологическая норма	340
Потери в сетях	3
Общепроизводственная норма	343
Обработка и хранение зерна	
Очистка, сортировка, транспортировка зерна	2,9
Сушка зерна (электропривод)	4,9
Хранение и активное вентилирование зерна без подогрева воздуха	28,9
Электроподогрев воздуха для сушки	90,0
Технологическая норма	126
Освещение, потери электроэнергии в сетях	1,5
Общепроизводственная норма	128

Примечание. При определении нормы необходимо учитывать поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия при производстве сухих растительных кормов и обработки зерна по зонам: Северо-Западная — 1,7; Центральная — 1,0; Волго-Вятская — 1,2; Центрально-Черноземная — 0,8; Поволжская — 0,7; Северо-Кавказская — 0,6; Уральская — 0,9; Западно-Сибирская — 1,1; Восточно-Сибирская — 1,2; Дальневосточная — 1,5; Прибалтийская — 1,7; Доисско-Приднепровская — 0,7; Юго-Западная — 0,6; Южная — 0; Закавказская — 0,5; Среднеазиатская — 0,3; Казахская — 0,7; Белорусская — 1,3.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ПРИ ПЕРЕРЫВАХ В ПОДАЧЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Размеры ущерба, причиняемого сельскохозяйственному производству перерывами в подаче электроэнергии или при отказе электрооборудования, определяют с учетом длительности перерыва и простоя, совпадающих по времени с технологическим процессом. Суммарный ущерб складывается из следующих показателей: технологического ущерба (недовыработки продукции), затрат на ремонт оборудования, порчи сырья, гибели животных.

Ориентировочная оценка ущерба может быть определена как сумма технологического ущерба и затрат на восстановление преждевременно вышедшего из строя электрооборудования.

Технологический ущерб от недовыпуска продукции по предприятиям и видам технологического процесса (Y_r , руб.) определяют по следующей формуле:

$$Y_r = N y_r t,$$

где N — количество голов, шт.;

y_r — удельный недовыпуск продукции в 1 ч на одну голову, руб. (табл. 13);

t — продолжительность простоя сверх допустимой нормы, ч.

Среднее значение ущерба (Y_o , руб.) на одно необслуженное животное при отказе электроустановки может быть вычислено по формуле

$$Y_o = y_o N,$$

где y_o — удельный ущерб на одну голову от отказа одной электроустановки, руб. (табл. 14);

N — количество голов, шт.

Определение ущерба

**Таблица 13. НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УЩЕРБ ИЗ РАСЧЕТА НА ОДНУ ГОЛОВУ ЗА 1 Ч ПРОСТОЯ
(недоотпуск продукции)**

Технологический процесс	Допустимая длительность простоя, ч	Удельный недовыпуск продукции, руб.
Молочные фермы		
Доеение	1,5	0,29
Поение	3,0	0,17
Кормление	3,0	0,13
Микроклимат	3,5	0,08
Фермы по откорму КРС		
Кормление	3,5	0,028
Поение	3,0	0,035
Микроклимат	3,5	0,023
Свинофермы		
Кормление	4,0	0,040
Поение	3,0	0,049
Микроклимат при температуре на- ружного воздуха, ° С:		
0—12	—	0,014
13—20	—	0,042
Облучение	—	0,012

Примечание. Для коров народнохозяйственный ущерб приведен при среднесуточной продуктивности 10 кг с увеличением продуктивности, на каждые 2—3 кг ущерб увеличивается на 12—13 %; для откорма КРС ущерб приведен при продуктивности 750 г, с увеличением прироста массы на каждые 50 г ущерб увеличивается на 7—8 %; для откорма свиней ущерб приведен для приростов массы 500 г, с увеличением приростов массы на каждые 100 г ущерб увеличивается на 15—20 %.

Затраты на ремонт преждевременно отказавшего электрооборудования при ориентировочных расчетах определяют по формуле

$$y_p = 0,6K_0,$$

где K_0 — первоначальная балансовая стоимость отказавшего электрооборудования, равная сумме его цены по прейскуранту и затрат на монтаж, руб.

Пример. На молочнотоварной ферме на 400 голов со среднесуточным надоем 4000 кг произошел отказ электродвигателя доильной установки 4,0 кВт, балансовой стоимостью 53,4 руб. Простой составил 11,5 ч. Недодано 200 коров. Допустимая длительность перерыва — 1,5 ч (см. табл. 13). Суммарный ущерб за перерыв составит: $200 \cdot 0,29 (11,5 - 1,5) + 0,6 \cdot 53,4 = 612$ руб.

Таблица 14. НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ИЗ РАСЧЕТА НА ОДНО НЕОБСЛУЖЕННОЕ ЖИВОТНОЕ И НА ОДИН ОТКАЗ ОБОРУДОВАНИЯ (отказ электроустановки)

Технологический объект, процесс	Удельный технологический ущерб при отказе, руб.			
	электродвигателя		пускозащитной аппаратуры, средств автоматического управления	
	при продуктивности животных, кг			
	10	12	10	12
	1	2	3	4

Среднесуточные надои, кг

Молочные фермы:

доение	1,2	1,7	1,1	1,3
приготовление и раздача кормов	0,7	0,8	0,3	0,4
поение	1,2	1,4	0,3	0,3
микроклимат	0,3	0,5	0,3	0,7
электронагревательные установки	—	—	0,7	—

Определение ущерба

Продолжение

1	2	3	4	5
Среднесуточные приросты живой массы, кг				
Откормочные фермы КРС:	0,6—0,8	0,85—1,0	0,6—0,8	0,85—1,0
кормоприготовление	0,1	0,15	0,3	0,4
раздача кормов	0,2	0,25	0,3	0,4
поение	0,9	1,3	0,5	0,7
микроклимат	0,8	1,1	0,5	0,7
электронагревательные установки	—	—	3,3	4,4
Свинооткормочные фермы:	0,5—0,7	0,8—1,0	0,5—0,7	0,8—1,0
приготовление и раздача кормов	8,0	12,0	3,5	5,0
поение	6,5	10,0	0,02	0,03
микроклимат при температуре наружного воздуха, ° С:				
0—12	0,13	0,24	0,02	0,03
13—20	0,45	0,75	0,02	0,03
электронагревательные установки	—	—	0,3	0,4
облучательные установки	—	—	0,8	1,3

Ущерб можно также определить по недоотпущенной электрической энергии, который определяется как произведение средней удельной величины ущерба (табл. 15) на количество недоотпущенной энергии.

Одним из важных условий сокращения ущербов от перерывов электрической энергии является повышение надежности электроснабжения и улучшение качества электроэнергии путем выбора соответствующей схемы электроснабжения в зависимости от категории надежности электроприемников.

В соответствии с правилами устройств электроустановок к I категории надежности относятся электроприемники установок,

Определение ущерба

Таблица 15. СРЕДНИЕ УДЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБОВ ОТ ПЕРЕРЫВОВ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ИЛИ ПРОСТОЕВ, СОВПАДАЮЩИХ СО ВРЕМЕНЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПО ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОМУ ОБЪЕКТУ В ЦЕЛОМ (разработаны ВИЭСХом)

Объект	Продолжительность перерыва в электроснабжении или простоя, ч	Средняя удельная величина ущерба, руб.	Средняя величина ущерба на 1 кВт·ч недоотпущенной электроэнергии за время простоя или перерыва, руб.
Фермы крупного рогатого скота (на одну голову), привязное содержание:			
доение в стойлах	1	0,04	0,7
доение на площадке	1	0,06	1,5
Фермы крупного рогатого скота (на одну голову), беспривязное содержание:			
доение на площадке на одну голову	1	0,05	1,0
Птицефермы:			
взрослая птица от 6 до 15 тыс.	2	0,4 (на 1000 голов)	1,3
молодняк от 10 до 20 тыс.	2	0,4 (до 1000 голов)	3,0
Инкубаторий (на 10 тыс. яйце-мест)	Свыше 2	37 (на 10 тыс. яйце-мест)	1,0
Свиноферма (на одну голову)	5—8	0,01	0,05
Теплицы и парники на 1 м² (закрытого грунта)	4	4	0,8
Послекомбайновая переработка зерна	21	0,3 (на рабочего)	0,005
Ремонтно-механические мастерские	1	0,4 (на рабочего)	0,06

нарушение электроснабжения которых влечет за собой большой материальный ущерб вследствие массовой порчи продукции и повреждения оборудования, а также нарушение технологического процесса. К потребителям I категории относят фермы и комплексы по производству молока на 800 коров и более; по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота на 10 тыс. голов и более в год; откормочные площадки по откорму молодняка крупного рогатого скота на 20 тыс. ското-мест и более; фермы и комплексы для коров мясных пород на 600 голов и более; племенные хозяйства и хозяйства по выращиванию ремонтного молодняка кур на 25 тыс. голов и более, кур-несушек на 100 тыс. голов и более, месячных цыплят на 1 млн. голов и более.

Ко II категории относят электроприемники, перерывы в электропитании которых приводят к нарушению производственных процессов, массовому недовыпуску продукции и ее частичной порче; к III — все остальные электроприемники, не подходящие под определение I и II категорий (табл. 16).

**Таблица 16. КАТЕГОРИЯ НАДЕЖНОСТИ
ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ ДЛЯ КРУПНЫХ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ**

Производственный процесс	
I категория	II категория
1	2

Производство молока

Доеение, охлаждение, сбор, первичная обработка и переработка молока; вентиляция и освещение помещений

Отопление помещений; уборка навоза; водоснабжение; раздача кормов

1	2
Выращивание и откорм свиней	
Подготовка и раздача кормов для подсосных поросят; создание микроклимата в свинарниках без окон при размещении под одной крышей более 6 тыс. свиней; дежурное освещение	Подготовка и раздача кормов; уборка навоза
Выращивание и откорм КРС на мясо	
Подготовка и раздача кормов для телят до 4-месячного возраста на выращивании; создание микроклимата; дежурное освещение	Подготовка и раздача кормов; создание микроклимата для молодняка КРС на откорме; уборка навоза
Производство продуктов птицеводства	
Приготовление, раздача кормов, поение, местный обогрев молодняка; сбор, прием и обработка яиц; вентиляция; технологическое освещение	Уборка помета; убой и переработка птицы

Потребители I категории практически не допускают перерывов в электроснабжении и должны быть обеспечены резервным питанием. В качестве резервного питания используют дизельные и бензоэлектростанции небольшой мощности (табл. 17). Дизельные электростанции в качестве резерва целесообразно также предусматривать и при двустороннем питании для особо ответственных потребителей I категории (доенные, инкубация, аварийное освещение).

Перед установкой резервных электростанций необходимо провести соответствующие технико-экономические расчеты. В некоторых случаях могут быть использованы электростанции, которые ранее использовались как основные источники электрической энергии.

Определение ущерба

Таблица 17. ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Электростанция	Тип	Мощность, напряжение
Бензоэлектрический агрегат	АБ-8 т/400 м	8 кВт, 400 В
Дизель-электрический агрегат	2ДГ-7	8 кВт, 400 В
Дизельная электростанция автоматизированная	13-8Р	8 кВт, 400 В (с автоматическим пуском и защитой)
Дизельная передвижная электростанция	АДПЭС-20-2	12 кВт, 400 В (с автоматической защитой)
Бензоэлектрическая станция	ПЭС-15Л	12 кВт, 400 В
Дизельная электростанция	ДЭСМ-30	30 кВт, 400 В
	ДЭСМ-50	50 кВт, 400 В
Агрегат стационарный, дизельный, автоматизированный	АСДА2-20, Т-400	20 кВт, 400 В
	АСДА2-50, Т-400	50 кВт, 400 В
Дизель-генератор автоматизированный	ДГМА-48	48 кВт, 400 В
	ДГМА-75	75 кВт, 400 В (с автоматической защитой)
Дизельная передвижная электростанция автоматизированная	ДЭА-100Б	100 кВт, 400 В (с автоматическим включением и защитой)
Дизель-электрический агрегат автоматизированный	ТМЗ-ДЭ104	100 кВт, 400 В
Быстроходные электрические ветроагрегаты	—	1—16 кВт (производительность — 2—10 м ³ /ч)
Ветроэлектрические зарядные агрегаты	—	0,10—0,7 кВт (для радификации)

По данным ВИЭСХ, рекомендуются следующие мощности резервных электростанций, кВт: для ферм крупного рогатого скота до 4 тыс. голов — 20, для свиноферм на 2 тыс. голов — 10, для птицеферм с числом кур-несушек от 2 до 100 тыс. —

10—20, для инкубаторов — до 20, для теплично-парниковых хозяйств (без электронагрева) в зависимости от площади и числа парниковых рам — 16—63. Резервные электростанции должны размещаться в отдельном отапливаемом помещении.

Для улучшения использования электроустановок и экономии электрической энергии необходимо разработать план организационно-технических мероприятий, для чего необходимо выяснить состояние выполнения плановых заданий, качество энергии, режимы работы электроустановок, факторы и причины невыполнения плановых заданий и условия устранения этих факторов и причин.

Наряду с перечнем мероприятий в плане указывают сроки выполнения, ответственных исполнителей, экономическую эффективность мероприятий, необходимые затраты и возможные источники финансирования (приложение 1).

Наиболее важные мероприятия, требующие больших затрат, должны быть включены в общий годовой план развития хозяйства.

Мероприятия, включаемые в план, должны быть направлены на решение следующих задач:

- экономии электроэнергии и топлива;
- повышение качества электроснабжения;
- совершенствование режимов работы электроустановок и оборудования;
- снижение неравномерности и регулирование графиков нагрузок;
- раздельный учет потребления энергии и соблюдения удельных норм расхода;
- совершенствование технического обслуживания и ремонта энергооборудования.

К причинам, вызывающим потери из-за плохой эксплуатации электрооборудования, относятся:

неполная загрузка оборудования; длительная работа на холостом ходу (электродвигатели, сварочные трансформаторы);

неплановые простои; наличие электродвигателей завышенной мощности;

нарушение технологии и нерациональное использование электроустановок; плохая организация рабочих мест; отсутствие технологических карт, определяющих оптимальные режимы работы оборудования;

низкий коэффициент мощности; недостаточная компенсация реактивной мощности; работа сетевых трансформаторов в выходные дни и часы провалов нагрузки;

нерациональное использование осветительных установок, работа их в дневное время; загрязнение; завышенная установленная мощность светильников;

сверхнормативные потери тепла из-за плохой термозащиты электронагревателей, теплопроводных сетей, утечки сжатого воздуха, технической воды (из-за плохого состояния трубопроводов, соединительной и запорной арматуры);

работа технологического оборудования с повышенными потерями, не обеспечивающими нормативную производительность и качество продукции;

нерациональная эксплуатация электрокалориферных установок, электроводонагревателей и электродуховок;

неправильный подбор машин поточной линии по производительности;

несовершенная схема освещения производственных объектов и рабочих мест.

Такие мероприятия, как очистка оборудования и оконных проемов от грязи, своевременное включение и отключение освещения, устранение утечек воды, воздуха, тепла, полная загрузка оборудования, соблюдение оптимальных режимов работы оборудования, своевременная регулировка регулирующей аппаратуры и т. п., ремонт и модернизация оборудования, выполнение работ по реконструкции теплофикационных сетей и теплоизоляции и т. д., осуществляют с дополнительными затратами за счет средств предприятия или кредитов Госбанка.

ТИПЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

В сельском хозяйстве для привода машин и механизмов в основном применяют асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором трехфазного тока. Эти двигатели просты в эксплуатации и надежны в работе, имеют сравнительно небольшую стоимость. К недостаткам этих двигателей следует отнести большие пусковые токи, превышающие в 5—7 раз номинальные, и развиваемые при этом малые пусковые моменты. Кроме того, асинхронные короткозамкнутые электродвигатели трудно поддаются плавной регулировке скорости.

Для привода машин с малым моментом трогания применяют электродвигатели с пусковым моментом, равным 1,1—2,0 момента номинального (M_n), а для привода машин с большим моментом трогания (лебедка, транспортеры и др.) — электродвигатели с пусковым моментом, равным 1,9—2,8 M_n , или асинхронные двигатели с фазным ротором и пусковым моментом 1,8—2,6 M_n . Ступенчатое регулирование частоты вращения обеспечивают двух-, трех- и четырехскоростные электродвигатели с переключением пар полюсов единой серии А, А0, А2, А02 и 4А, а также серии Д и Да. Технические данные электродвигателей приведены в таблицах 18—26.

По степени защищенности электродвигатели бывают: открытые, выполненные без специальных приспособлений, предотвращающих попадание внутрь посторонних предметов и защищающих от прикосновения к токоведущим и вращающимся частям;

Типы электродвигателей

Таблица 18. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИЙ А И АО

Электро- двигатель	Мощ- ность, кВт	Ток стато- ра при напря- жении 380 В, А	При номинальной на- грузке			$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	Масса двига- теля, кг	
			КПД, %	Cos φ	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	серии А	серии АО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Для $n_c = 3000 \text{ мин}^{-1}$									
А и АЛ31-2	1,0	2,2	79,0	0,86	5,5	1,8	2,2	17,0	12,0
А и АЛ32-2	1,7	3,7	81,5	0,87	6,0	2,0	2,4	24,0	16,0
А и АЛ41-2	2,8	5,8	84,0	0,88	5,5	1,6	2,2	34,0	23,0
А и АЛ42-2	4,5	9,1	85,5	0,88	6,0	1,8	2,4	42,0	30,5
А и АЛ51-2	7,0	13,8	87,0	0,89	6,0	1,5	2,2	70,0	50,0
А и АЛ52-2	10,0	19,5	87,5	0,89	6,5	1,6	2,4	91	66,0
А61-2	14,0	27,5	87,5	0,89	5,5	1,2	2,5	130	—
А62-2	20,0	38,0	88,5	0,90	6,0	1,3	2,7	145	—
А71-2	28,0	53,0	89,0	0,90	5,0	1,0	2,2	210	—
А72-2	40,0	74,0	90,0	0,91	5,5	1,1	2,4	235	—
А81	55,0	101,0	90,5	0,91	5,0	1,0	2,2	370	—
АОЛ011-2	0,08	0,25	58,0	0,84	4,0	1,3	—	—	1,7
АОЛ012-2	0,12	0,34	64,0	0,84	4,0	1,3	—	—	2,5
АОЛ11-2	0,18	0,5	66,0	0,85	5,0	2,0	—	—	3,7
АОЛ12-2	0,27	0,69	69,0	0,85	5,0	2,0	—	—	5,6
АОЛ21-2	0,4	0,98	72,0	0,85	5,0	2,0	—	—	9,5
АОЛ22-2	0,6	1,5	75,0	0,85	5,0	2,0	—	—	11,3
АО и АОЛ31-22	0,6	1,4	76,0	0,85	6,0	2,0	2,4	21	12,5
АО и АОЛ32-2	1,0	2,2	79,0	0,86	6,5	2,2	2,6	27	16,5
АО и АОЛ41-2	1,7	3,6	81,5	0,87	6,5	1,8	2,4	37	24,0
АО и АОЛ42-2	2,8	5,8	84,0	0,88	6,5	1,9	2,5	45	31,5
АО и АОЛ51-2	4,5	9,1	85,5	0,88	6,5	1,6	2,4	80	52,0

Электродвигатели

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АО и АОЛ52-2	7,0	13,8	87,5	0,89	6,5	1,7	2,5	100	68,0
АО62-2	10,0	19,5	87,5	0,89	6,0	1,3	2,5	170	—
АО63-2	14,0	27,0	88,0	0,90	6,5	1,5	2,9	190	—
АО72-2	20,0	38,0	88,5	0,90	6,5	1,5	2,9	280	—
АО73-2	28,0	52,0	89,5	0,91	6,5	1,4	2,6	310	—
АО82-2	40,0	75,0	89,5	0,91	6,5	1,2	2,5	500	—
АО83-2	55,0	100,0	90,0	0,92	6,5	1,3	2,6	560	—
Для $n_c = 1500 \text{ мин}^{-1}$									
А и АЛ31-4	0,6	1,6	74,0	0,76	5,0	1,7	2,0	17	12,0
А и АЛ32-4	1,0	2,4	78,5	0,79	5,0	1,8	2,0	24	16,0
А и АЛ41-4	1,7	3,9	81,5	0,82	5,0	1,8	2,0	34	22,0
А и АЛ42-4	2,8	6,1	83,5	0,84	5,5	1,9	2,0	42	29,5
А и АЛ51-4	4,5	9,4	85,5	0,85	6,0	1,4	2,0	70	48,5
А и АЛ52-4	7,0	14,2	87,0	0,86	6,0	1,5	2,0	91	64,5
А61-4	10,0	19,7	87,5	0,88	5,0	1,2	2,0	125	—
А62-4	14,0	27,5	88,5	0,88	5,5	1,8	2,0	140	—
А71-4	20,0	39,0	89,0	0,88	5,0	1,1	2,0	205	—
А72-4	28,0	54,0	90,0	0,88	5,5	1,2	2,0	230	—
А81-4	40,0	76,0	90,5	0,89	6,0	1,1	2,0	360	—
А82-4	55,0	103,0	91,0	0,89	6,0	1,2	2,0	400	—
АО и АОЛ31-4	0,6	1,6	74,0	0,76	5,0	1,7	2,0	21	12,5
АО и АОЛ32-4	1,0	2,4	78,5	0,79	5,0	1,8	2,0	37	16,5
АО и АОЛ41-4	1,7	3,9	81,5	0,82	5,0	1,8	2,0	37	23,5
АО и АОЛ42-4	2,8	6,1	83,5	0,84	5,5	1,9	2,0	45	31,5
АО и АОЛ51-4	4,5	9,4	85,5	0,85	6,0	1,4	2,0	80	50,5
АО и АОЛ52-4	7,0	14,2	87,0	0,86	6,5	1,5	2,0	100	67,0
АО62-4	10,0	19,7	87,5	0,88	6,5	1,3	2,3	165	—
АО63-4	14,0	27,4	88,5	0,88	7,0	1,4	2,3	180	—

Типы электродвигателей

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АО72-4	20,0	38,8	89,0	0,88	6,5	1,3	2,3	280	—
ОА73-4	28,0	53,8	90,0	0,88	7,0	1,4	2,3	310	—
ОА82-4	40,0	75,0	90,5	0,89	6,5	1,2	2,3	495	—
ОА83-4	55,0	103,0	91,0	0,89	6,5	1,3	2,3	555	—
Для $n_c = 1000 \text{ мин}^{-1}$									
А и АЛ41-6	1,0	2,8	77,0	0,72	4,0	1,3	1,8	34	21,5
А и АЛ42-6	1,7	4,3	79,5	0,75	4,5	1,4	1,8	42	29,0
А и АЛ51-6	2,8	6,6	82,5	0,78	5,0	1,3	1,8	80	47,0
А и АЛ52-6	4,5	10,1	84,5	0,80	5,5	1,5	1,8	91	63,0
А61-6	7,0	15,5	86,0	0,81	4,5	1,1	1,8	125	—
А62-6	10,0	21,5	86,5	0,82	4,5	1,1	1,8	140	—
А71-6	14,0	29,6	87,0	0,83	4,5	1,2	1,8	205	—
А72-6	20,0	41,3	88,0	0,84	4,5	1,2	1,8	230	—
А81-6	28,0	56,5	89,0	0,85	5,0	1,2	1,8	360	—
А82-6	40,0	70,8	90,8	0,86	5,5	1,3	1,8	400	—
А91-6	55,0	106,0	91,0	0,87	5,0	1,0	1,8	590	—
АО и									
АОЛ41-6	1,0	2,8	77,0	0,72	4,0	1,3	1,8	37	23,0
АО и									
АОЛ42-6	1,7	4,3	79,5	0,75	4,5	1,4	1,8	45	30,5
АО и									
АОЛ51-6	2,8	6,8	82,5	0,78	5,0	1,3	1,8	80	49,5
АО и									
АОЛ52-6	4,5	10,1	84,5	0,80	5,5	1,5	1,8	100	65,5
АО62-6	7,0	15,5	86,0	0,81	5,5	1,4	2,2	165	—
АО63-6	10,0	21,0	87,0	0,82	6,0	1,4	2,2	180	—
АО72-6	14,0	29,0	88,0	0,83	5,5	1,4	2,2	280	—
АО73-6	20,0	41,0	88,5	0,84	5,5	1,4	2,2	310	—
АО82-6	28,0	55,5	89,0	0,86	6,0	1,4	2,2	495	—
АО83-6	40,0	77,5	90,0	0,87	6,5	1,5	2,2	555	—
АО93-6	55,0	104,0	91,0	0,88	6,0	1,2	2,2	805	—
Для $n_c = 750 \text{ мин}^{-1}$									
А61-8	4,5	11,0	83,5	0,76	4,5	1,0	1,7	125	—

Электродвигатели

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A62-8	7,0	16,0	85,0	0,78	4,5	1,0	1,7	140	—
A71-8	10,0	22,0	85,0	0,80	4,0	1,1	1,7	205	—
A72-8	14,0	30,0	87,0	0,81	4,0	1,1	1,7	230	—
A81-8	20,0	42,0	88,0	0,82	4,5	1,1	1,7	360	—
A82-8	28,0	58,0	89,0	0,83	4,5	1,2	1,7	400	—
A91-8	40,0	81,0	90,0	0,84	4,5	1,1	1,7	590	—
A92-8	55,0	109,0	91,0	0,84	4,5	1,1	1,7	802	—
AO62-8	4,5	10,5	84,5	0,76	5,5	1,5	2,0	165	—
AO63-8	7,0	16,0	86,0	0,78	5,5	1,5	2,0	180	—
AO72-8	10,0	22,0	87,0	0,80	5,0	1,3	2,0	280	—
AO73-8	14,0	30,0	87,5	0,81	5,0	1,3	2,0	310	—
AO82-8	20,0	42,0	88,5	0,82	5,0	1,4	2,0	496	—
AO83-8	28,0	57,5	89,0	0,83	5,0	1,4	2,0	555	—
AO93-8	40,0	80,0	90,0	0,84	5,5	1,3	2,0	805	—

Таблица 19. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИЙ А2 И АО2

Электродвигатель	Мощность, кВт	Ток статора при напряжении 380 В, А	При номинальной нагрузке			$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}}$	Масса двигателя, кг
			КПД, %	cos φ	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для $n_c = 3000 \text{ мин}^{-1}$								
АОЛ2-11-2	0,8	1,8	78,0	0,86	7,0	1,9	2,2	11,0
АОЛ2-12-2	1,1	2,4	79,5	0,87	7,0	1,9	2,2	12,5

Типы электродвигателей

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
АОЛ2-21-2	1,5	3,22	80,5	0,88	7,0	1,8	2,2	16,0
АОЛ2-22-2	2,2	4,53	83,0	0,89	7,0	1,8	2,2	18,5
АОЛ2-31-2	3,0	6,0	84,0	0,89	7,0	1,7	2,2	26,0
АОЛ2-32-2	4,0	8,0	85,5	0,89	7,0	1,7	2,2	33,0
АО2-41-2	5,5	11,0	87,0	0,90	7,0	1,6	2,2	56,5
АО2-42-2	7,5	14,0	88,0	0,91	7,0	1,6	2,2	68,0
АО2-51-2	10,0	19,4	88,0	0,89	7,0	1,5	2,2	96,0
АО2-52-2	13,0	24,7	89,0	0,90	7,0	1,5	2,2	110
А2-61-2	17,0	33,0	87,5	0,89	7,0	1,3	2,2	125
А2-62-2	22,0	42,0	88,0	0,90	7,0	1,3	2,2	132
АО2-62-2	17,0	32,2	88,0	0,90	7,0	1,3	2,2	154
А2-71-2	30,0	56,0	90,0	0,90	7,0	1,1	2,2	166
А2-72-2	40,0	75,0	90,5	0,90	7,0	1,1	2,2	193
АО2-71-2	22,0	42,0	88,0	0,90	7,0	1,1	2,2	192
АО2-72-2	30,0	102,0	91,0	0,90	7,0	1,1	2,2	218
А2-81-2	55,0	102,0	91,0	0,90	7,0	1,1	2,2	292
АО2-81-2	40,0	75,0	89,0	0,91	7,0	1,0	2,2	328
АО2-82-2	55,0	99,0	90,0	0,92	7,0	1,0	2,2	370

Для $n_c = 1500 \text{ мин}^{-1}$

АОЛ2-11-4	0,6	1,7	72,0	0,76	7,0	1,8	2,2	11,1
АОЛ2-12-4	0,8	2,1	74,5	0,78	7,0	1,8	2,2	12,5
АОЛ2-21-4	1,1	2,7	78,0	0,80	7,0	1,8	2,2	16,1
АОЛ2-22-4	1,5	3,5	80,0	0,81	7,0	1,8	2,2	18,5
АОЛ2-31-4	2,2	4,95	82,5	0,83	7,0	1,8	2,2	26,0
АОЛ2-32-4	3,0	6,6	83,5	0,84	7,0	1,8	2,2	33,1
АО2-41-4	4,0	8,3	86,0	0,85	7,0	1,5	2,0	55,0

Электродвигатели

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
AO2-42-4	5,5	11,0	88,0	0,86	7,0	1,5	2,0	65,0
AO2-51-4	7,5	14,5	89,0	0,88	7,0	1,4	2,0	93,0
AO2-52-4	10,0	19,2	90,0	0,88	7,0	1,4	2,0	106
A2-61-4	13,0	24,8	88,5	0,88	7,0	1,3	2,0	125
A2-62-4	17,0	32,6	90,0	0,88	7,0	1,3	2,0	138
AO2-61-4	13,0	25,0	88,5	0,89	7,0	1,3	2,0	140
AO2-62-4	17,0	32,8	89,0	0,89	7,0	1,3	2,0	154
A2-71-4	22,0	42,0	90,0	0,88	7,0	1,2	2,0	162
A2-72-4	30,0	57,3	90,5	0,88	7,0	1,2	2,0	198
AO2-71-4	22,0	41,2	90,0	0,90	7,0	1,2	2,0	208
AO2-72-4	30,0	55,0	91,0	0,91	7,0	1,2	2,0	236
A2-81-4	40,0	75,0	91,0	0,89	7,0	1,1	2,0	283
A2-82-4	55,0	102,0	92,0	0,89	7,0	1,1	2,0	328
AO2-81-4	40,0	72,4	91,5	0,91	7,0	1,1	2,0	333
AO2-82-4	55,0	98,0	92,5	0,92	7,0	1,1	2,0	392
AO2-91-4	75,0	134,0	92,5	0,92	7,0	1,1	2,0	530
AO2-92-4	100,0	177,0	93,0	0,92	7,0	1,1	2,0	640

Для $n_c = 1000 \text{ мин}^{-1}$

АОЛ2-11-6	0,4	1,4	68,0	0,65	6,5	1,8	2,2	11,0
АОЛ2-12-6	0,6	1,9	70,0	0,68	6,5	1,8	2,2	12,5
АОЛ2-21-6	0,8	2,35	73,0	0,71	6,0	1,8	2,2	16,1
АОЛ2-22-6	1,1	3,02	76,0	0,73	6,0	1,8	2,2	18,5
АОЛ2-31-6	1,5	3,9	78,0	0,75	6,6	1,8	2,2	26,0
АОЛ2-32-6	2,2	5,4	81,0	0,77	5,5	1,8	2,2	33,1
АО2-41-6	3,0	7,2	83,0	0,78	6,5	1,3	1,8	54,5
АО2-42-6	4,0	9,1	84,5	0,79	6,5	1,3	1,8	65,0
АО2-51-6	5,5	12,1	85,5	0,81	6,5	1,3	1,8	90,0
АО2-52-6	7,5	16,0	87,0	0,82	6,5	1,3	1,8	110,0

Типы электродвигателей

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A2-61-6	10,0	20,0	87,0	0,86	7,0	1,2	1,8	116
A2-62-6	13,0	26,0	88,0	0,86	7,0	1,2	1,8	138
AO2-61-6	10,0	19,6	88,0	0,89	7,0	1,2	1,8	138
AO2-62-6	13,0	25,2	88,0	0,89	7,0	1,2	1,8	156
A2-71-6	17,0	33,0	89,0	0,87	7,0	1,2	1,8	166
A2-72-6	22,0	43,0	89,5	0,87	7,0	1,2	1,8	192
AO2-71-6	17,0	32,0	90,0	0,90	7,0	1,2	1,8	202
AO2-72-6	22,0	41,0	90,5	0,90	7,0	1,2	1,8	229
A2-81-6	30,0	57,0	90,0	0,88	7,0	1,1	1,8	275
A2-82-6	40,0	75,0	91,0	0,89	7,0	1,1	1,8	318
AO2-81-6	30,0	56,5	91,0	0,91	7,0	1,1	1,8	322
AO2-82-6	40,0	74,4	91,5	0,91	7,0	1,1	1,8	382
A2-91-6	55,0	101,0	92,0	0,90	7,0	1,1	1,8	428
AO2-91-6	55,0	98,0	92,0	0,92	7,0	1,1	1,8	550
AO2-92-6	75,0	133,0	92,5	0,92	7,0	1,1	1,8	550

Для $n_c = 750 \text{ мин}^{-1}$

AO2-41-8	2,2	6,1	81,0	0,69	6,0	1,2	1,7	53,5
AO2-42-8	3,0	8,0	81,5	0,70	6,0	1,2	1,7	64,0
AO2-51-8	4,0	10,2	84,0	0,71	6,0	1,2	1,7	90,0
AO2-52-8	5,5	13,7	85,0	0,72	6,0	1,2	1,7	110
A2-61-8	7,5	17,2	85,0	0,78	7,0	1,2	1,7	116
A2-62-8	10,0	22,0	87,0	0,80	7,0	1,2	1,7	138
AO2-61-8	7,5	16,0	86,5	0,81	6,0	1,2	1,7	138
AO2-62-8	10,0	21,0	87,5	0,83	7,0	1,2	1,7	156
A2-71-8	13,0	28,0	87,5	0,82	7,0	1,1	1,7	165
A2-72-8	17,0	36,0	88,5	0,82	7,0	1,1	1,7	191
AO2-71-8	13,0	26,0	89,0	0,84	7,0	1,1	1,7	201
AO2-72-8	17,0	34,0	89,5	0,85	7,0	1,1	1,7	227

Электродвигатели

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A2-81-8	22,0	43,0	89,0	0,82	7,0	1,1	1,7	271
A2-82-8	30,0	57,0	90,0	0,84	7,0	1,1	1,7	314
AO2-81-8	22,0	41,0	90,5	0,85	7,0	1,1	1,7	318
AO2-82-8	30,0	56,0	91,0	0,88	7,0	1,1	1,7	379
A2-91-8	40,0	76,0	91,5	0,88	7,0	1,1	1,7	425
A2-92-8	55,0	101,0	92,0	0,90	7,0	1,1	1,7	501
AO2-91-8	40,0	75,0	90,5	0,89	7,0	1,1	1,7	507
AO2-92-8	55,0	100,0	92,0	0,90	7,0	1,1	1,7	610

Для $n_c = 600 \text{ мин}^{-1}$

A2-81-10	17,0	38,0	86,5	0,77	6,5	1,1	1,7	271
A2-82-10	22,0	46,0	88,5	0,77	6,5	1,1	1,7	316
AO2-81-10	17,0	37,0	88,0	0,79	6,5	1,1	1,7	320
AO2-82-10	22,0	45,2	89,5	0,79	6,5	1,1	1,7	370
A2-91-10	30,0	62,0	90,5	0,80	6,5	1,1	1,7	427
A2-92-10	40,0	81,0	90,5	0,80	6,5	1,1	1,7	482
AO2-91-10	30,0	61,6	90,0	0,82	6,5	1,1	1,7	491
AO2-92-10	40,0	80,5	90,5	0,82	6,5	1,1	1,7	558

защищенные, конструкция которых предотвращает попадание предметов внутрь и случайное прикосновение к токоведущим и вращающимся частям;

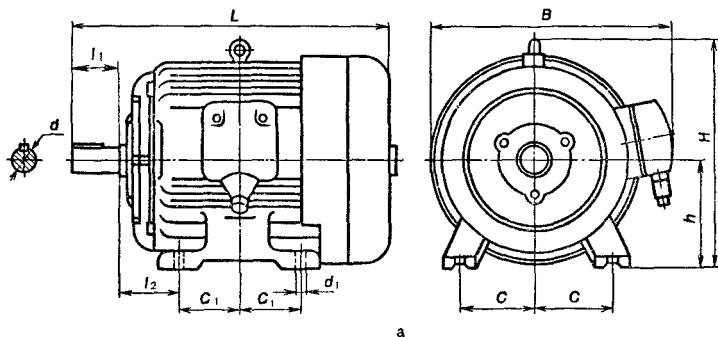
закрытые, снабженные специальной оболочкой, препятствующей проникновению пыли во внутреннюю полость двигателя;

взрывозащищенные, используемые во взрывоопасных помещениях;

каплезащищенные, внутренняя часть которых защищена от попадания отвесно падающих капель влаги.

Таблица 20. ГАБАРИТНЫЕ УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ АО2 (рис. 3, а)

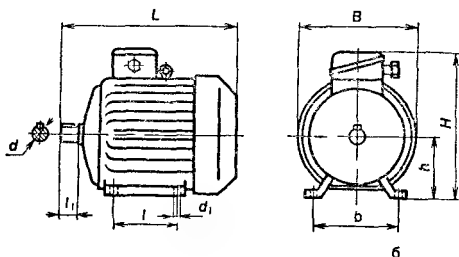
Электродвигатель	Размеры, мм									
	H	h	2C	2C ₁	d	l ₁	l ₂	d ₁	L	B
АО2-11	—	90	140	100	18	40	56	9	298	249
АО2-12				125					323	
АО2-21	—	100	160	112	22	50	63	12	336	273
АО2-22				140					365	
АО2-31	266	112	190	114	28	60	70	12	374	307
АО2-32				140					400	
АО2-41	310	132	216	140	32	80	89	12	468	365
АО2-42				178					506	
АО2-51	361	160	254	178	38	80	108	14	546	403
АО2-52				210					576	
АО2-61	410	180	279	203	42	110	121	14	629	467
АО2-62				241					667	
АО2-71	461	200	318	228	48	110	133	18	655	537
АО2-72				267					693	
АО2-81	551	250	406	311	60	140	168	22	850	633
АО2-82				349					888	
АО2-91	627	280	457	368	70	140	190	22	970	707
АО2-92				419					1025	



а

Р и с. 3.
Габаритные и
установочные
размеры
электродвигателей:

- а — серии АО2;
- б — серии 4А



б

Серии электродвигателей 4А имеют широкий ряд модификаций и исполнений (основное, специализированное, узкоспециализированное).

Электродвигатели основного исполнения бывают с повышенным пусковым моментом, с повышенным скольжением, многоскоростные, с фазным ротором, со встроенным электромагнитным тормозом, малошумные. Они предназначены для работы в районах с умеренным климатом категории размещения УЗ. У двигателей с высотой оси 50—200 мм вводное устройство расположено сверху, с высотой оси 280—350 мм — сбоку.

Специализированное исполнение по условиям окружающей среды подразделяется на тропическое, химически стойкое, для холодного климата, для сельского хозяйства.

Серии электродвигателей 4А охватывают диапазон номинальных мощностей от 0,06 до 400 кВт и имеют семнадцать размеров высоты оси вращения (от 50 до 350 мм).

**Таблица 21. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ АО2-СХ**

Электро- двигатель	Мощ- ность, кВт	Часто- та вра- щения, мин ⁻¹	Ток статор- а при напря- жении 380 В, А	КПД, %	cos φ	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	Масса двигате- ля, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АО2-31-2СХ	3,0	2880	6,4	80,0	0,89	7,0	1,8	2,2	35
АО2-32-2СХ	4,0	2880	8,2	83,0	0,89	7,0	1,8	2,2	43
АО2-41-2СХ	5,5	2900	11,0	83,0	0,89	7,0	1,8	2,2	62
АО2-42-2СХ	7,5	2910	15,0	85,0	0,89	7,0	1,8	2,2	74
АО2-51-2СХ	10,0	2940	19,6	87,0	0,89	7,0	1,5	2,5	96
АО2-52-2СХ	13,0	2940	34,9	87,0	0,89	7,0	1,5	2,5	112
АО2-62-2СХ	17,0	2915	33,0	87,0	0,90	7,0	1,5	2,5	156
АО2-71-2СХ	22,0	2920	42,0	87,5	0,90	7,0	1,5	2,5	196
АО2-72-2СХ	30,0	2940	57,0	88,5	0,90	7,5	1,5	2,5	222
АО2-31-4СХ	2,2	1430	5,2	79,0	0,81	6,0	1,8	2,2	36
АО2-32-4СХ	3,0	1430	7,1	80,0	0,81	6,0	1,8	2,2	42

Электродвигатели

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АО2-41-4СХ	4,0	1450	9,1	83,0	0,81	7,0	1,8	2,2	62
АО2-42-4СХ	5,5	1450	12,0	85,0	0,84	7,0	1,8	2,2	74
АОП2-51-4СХ	7,5	1460	15,0	87,0	0,82	7,5	1,8	2,5	94
АОП2-52-4СХ	10,0	1460	19,6	87,0	0,83	7,5	1,8	2,5	106
АОП2-61-4СХ	13,0	1435	25,2	87,0	0,84	7,5	1,8	2,5	140
АОП2-62-4СХ	17,0	1440	33,0	87,5	0,84	7,5	1,8	2,5	158
АОП2-71-4СХ	22,0	1450	42,5	89,5	0,85	7,0	1,8	2,5	211,5
АОП2-72-4СХ	30,0	1440	58,0	89,0	0,85	7,0	1,8	2,5	240
АО2-31-6СХ	1,5	930	4,1	74,0	0,75	5,5	1,8	2,2	35
АО2-32-6СХ	2,2	930	5,6	77,0	0,77	5,5	1,8	2,2	43
АО2-41-6СХ	3,0	950	7,4	79,0	0,78	6,5	1,8	2,2	62
АО2-42-6СХ	4,0	950	9,5	81,0	0,79	6,5	1,8	2,2	74
АОП2-51-6СХ	5,5	955	13,0	83,5	0,75	6,0	1,8	2,5	94
АОП2-52-6СХ	7,5	960	17,0	83,5	0,76	6,0	1,8	2,5	114
АОП2-61-6СХ	10,0	965	21,0	85,5	0,83	7,0	1,8	2,2	143
АОП2-62-6СХ	13,0	965	27,0	86,0	0,83	7,0	1,8	2,5	165
АОП2-71-6СХ	17,0	970	34,0	88,0	0,84	7,0	1,8	2,5	207

Типы электродвигателей

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АОП2-72-6СХ	22,0	970	44,0	88,5	0,83	7,0	1,8	2,5	235

Таблица 22. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ 4А

Электро- двигатель	Мощ- ность, кВт	При номинальной мощ- ности			$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}}$	Масса двигате- ля, кг
		ток статор- а при напря- жении 380 В	КПД, %	$\cos \varphi$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
При $n_c = 3000 \text{ мин}^{-1}$								
4A50A2Y3	0,09	0,32	60,0	0,70	4,0	2,0	2,2	3,3
4A50B2Y3	0,12	0,32	63,0	0,70	4,0	2,0	2,2	3,3
4A56A2Y3	0,18	0,54	66,0	0,76	4,0	2,0	2,2	4,5
4A56B2Y3	0,25	0,74	68,0	0,77	4,0	2,0	2,2	4,5
4A63A2Y3	0,37	0,93	70,0	0,86	4,5	2,0	2,2	6,3
4A63B2Y3	0,55	1,33	73,0	0,86	4,5	2,0	2,2	6,3
4A71A2Y3	0,75	1,7	77,0	0,87	5,5	2,0	2,2	15,1
4A71B2Y3	1,1	2,5	77,5	0,87	5,5	2,0	2,2	15,1
4A80A2Y3	1,5	3,3	81,0	0,85	6,5	2,1	2,6	17,4
4A80B2Y3	2,2	4,7	83,0	0,87	6,5	2,1	2,6	20,4
4A90L2Y3	3,0	6,1	84,5	0,88	6,5	2,1	2,5	28,7
4A100S2Y3	4,0	7,8	86,5	0,89	7,5	2,0	2,5	36,0
4A100L2Y3	5,5	10,5	87,5	0,91	7,5	2,0	2,5	42,0
4A112M2Y3	7,5	14,9	87,5	0,88	7,5	2,0	2,8	56,0

Электродвигатели

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4A132M2Y3	11,0	21,2	88,0	0,90	7,5	1,7	2,8	93,0
4A160S2Y3	15,0	28,5	88,0	0,91	7,0	1,4	2,2	130,0
4A160M2Y3	18,5	34,5	88,5	0,92	7,0	1,4	2,2	145,0
4A180S2Y3	22,0	41,6	88,5	0,91	7,5	1,4	2,5	185,0
4A180M2Y3	30,0	56,0	90,5	0,90	7,5	1,4	2,5	185,0
4A200M2Y3	37,0	70,0	90,0	0,89	7,5	1,4	2,5	265,0
4A200L2Y3	45,0	83,8	91,0	0,90	7,5	1,4	2,5	280,0
4A225M2Y3	55,0	100	91,0	0,92	7,5	1,4	2,5	355,0
4A250S2Y3	75,0	140	91,0	0,89	7,5	1,2	2,5	470,0
4A250M2Y3	90,0	165	92,0	0,90	7,5	1,2	2,5	510,0
4A280S2Y3	110	206	91,0	0,89	7,0	1,2	2,2	785,0
4A280M2Y3	132	247	91,5	0,89	7,0	1,2	2,2	835,0
4A315S2Y3	160	294	92,0	0,90	6,5	1,2	2,2	875,0
4A315M2Y3	200	365	92,5	0,90	7,0	1,2	2,2	1100,0
4A355S2Y3	250	459	92,5	0,90	7,0	1,0	1,9	1420,0
4A355M2Y3	315	565	93,0	0,91	7,0	1,0	1,9	1670,0

При $n_c = 1500 \text{ мин}^{-1}$

4A50A4Y3	0,06	0,31	50,0	0,60	2,5	2,0	2,2	3,3
4A50B4Y3	0,09	0,42	55,0	0,60	2,5	2,0	2,2	3,3
4A56A4Y3	0,12	0,44	63,0	0,66	3,5	2,1	2,2	4,5
4A56B4Y3	0,18	0,66	64,0	0,64	3,5	2,1	2,2	4,5
4A63A4Y3	0,25	0,85	68,0	0,65	4,0	2,0	2,2	6,3
4A63B4Y3	0,37	1,20	68,0	0,69	4,0	2,0	2,2	6,3
4A71A4Y3	0,55	1,70	70,5	0,70	4,5	2,0	2,2	15,1
4A71B4Y3	0,75	2,17	72,0	0,73	4,5	2,0	2,2	15,1
4A80A4Y3	1,1	2,76	75,0	0,81	5,0	2,0	2,2	17,4
4A80B4Y3	1,5	3,57	77,0	0,83	5,0	2,0	2,2	20,4
4A90L4Y3	2,2	5,02	80,0	0,83	6,0	2,1	2,4	28,7
4A100S4Y3	3,0	6,7	82,0	0,83	6,0	2,0	2,4	36,0
4A100L4Y3	4,0	8,6	84,0	0,84	6,0	2,0	2,4	42,0
4A112M4Y3	5,5	11,5	85,5	0,85	7,0	2,0	2,2	56,0
4A132S4Y3	7,5	11,1	87,5	0,86	7,5	2,2	3,0	77,0
4A132M4Y3	11,0	22,0	87,5	0,87	7,5	2,2	3,0	93,0

Типы электродвигателей

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4A160S4Y3	15,0	29,3	88,5	0,88	7,0	1,4	2,3	135,0
4A160M4Y3	18,5	35,7	89,5	0,88	7,0	1,4	2,3	160,0
4A180S4Y3	22,0	41,3	90,0	0,90	6,5	1,4	2,3	175,0
4A180M4Y3	30,0	56,0	91,0	0,89	6,5	1,4	2,3	195,0
4A200M4Y3	37,0	68,8	91,0	0,90	7,0	1,4	2,5	270,0
4A200L4Y3	45,0	82,6	92,0	0,90	7,0	1,4	2,5	310,0
4A225M4Y3	55,0	100	92,5	0,90	7,0	1,3	2,5	355,0
4A250S4Y3	75,0	136	93,0	0,90	7,0	1,2	2,3	490,0
4A250M4Y3	90,0	162	93,0	0,91	7,0	1,2	2,3	535,0
4A280S4Y3	110	201	92,5	0,90	5,5	1,2	2,0	785,0
4A280M4Y3	132	240	93,0	0,90	5,5	1,3	2,0	835,0
4A315S4Y3	160	285	93,5	0,91	6,0	1,3	2,2	875,0
4A315M4Y3	200	351	94,0	0,92	6,0	1,3	2,2	1100,0
4A355S4Y3	250	438	94,5	0,92	7,0	1,2	2,0	1420,0
4A355M4Y3	315	549	94,5	0,92	7,0	1,2	2,0	1670,0

При $n_c = 1000 \text{ мин}^{-1}$

4A63A6Y3	0,18	0,78	56,0	0,62	3,0	2,2	2,2	6,3
4A63B6Y3	0,25	1,04	59,0	0,62	3,0	2,2	2,2	6,3
4A71A6Y3	0,37	1,26	64,5	0,69	4,0	2,0	2,2	15,1
4A71B6Y3	0,55	1,74	67,5	0,71	4,0	2,0	2,2	15,1
4A80A6Y3	0,75	2,24	69,0	0,74	4,0	2,0	2,2	17,4
4A80B6Y3	1,1	3,05	74,0	0,74	4,0	2,0	2,2	20,4
4A90L6Y3	1,5	4,1	75,0	0,74	4,5	2,0	2,2	28,7
4A100L6Y3	2,2	5,65	81,0	0,73	5,0	2,0	2,2	42,0
4A112MA6Y3	3,0	7,4	81,0	0,76	6,0	2,0	2,5	56,0
4A112MB6Y3	4,0	9,13	82,0	0,81	6,0	2,0	2,5	56,0
4A132S6Y3	5,5	12,2	85,0	0,80	6,5	2,0	2,5	77,0
4A132M6Y3	7,5	16,5	85,5	0,81	6,5	2,0	2,5	93,0
4A160S6Y3	11,0	22,6	86,0	0,86	6,0	1,2	2,0	135,0
4A160M6Y3	15,0	30,0	87,5	0,87	6,0	1,2	2,0	160,0
4A180M6Y3	18,5	36,6	88,0	0,87	5,0	1,2	2,0	195,0
4A200M6Y3	22,0	41,3	90,0	0,90	6,5	1,3	2,4	270,0
4A200L6Y3	30,0	56,0	90,5	0,90	6,5	1,3	2,4	310,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4A225M6Y3	37,0	69,4	91,0	0,89	6,5	1,2	2,3	335,0
4A250S6Y3	45,0	84,0	91,5	0,89	6,5	1,2	2,1	490,0
4A250M6Y3	55,0	103,0	91,5	0,89	6,5	1,2	2,1	535,0
4A280S6Y3	75,0	139	92,0	0,89	5,5	1,4	2,2	785,0
4A280M6Y3	90,0	165	92,5	0,89	5,5	1,4	2,2	835,0
4A315S6Y3	110	199	93,0	0,90	6,5	1,4	2,2	875,0
4A315M6Y3	132	239	93,5	0,90	6,5	1,4	2,2	1100,0
4A355S6Y3	160	291	93,5	0,90	6,5	1,4	2,2	1420,0
4A355M6Y3	200	362	94,0	0,90	6,5	1,4	2,2	1870,0

При $n_c = 750 \text{ мин}^{-1}$

4A71B8Y3	0,25	1,05	56,0	0,65	3,0	1,6	1,7	15,1
4A80A8Y3	0,37	1,4	61,5	0,65	3,5	1,6	1,7	17,4
4A80B8Y3	0,55	2,0	64,0	0,65	3,5	1,6	1,7	20,4
4A90LA8Y3	0,75	2,7	68,0	0,62	3,5	1,6	1,9	28,7
4A90LB8Y3	1,1	3,5	70,0	0,68	3,5	1,6	1,9	28,7
4A100L8Y3	1,5	4,7	74,0	0,65	4,0	1,6	1,9	42,0
4A112MA8Y3	2,2	6,18	76,5	0,71	5,0	1,9	2,2	56,0
4A112MB8Y3	3,0	7,8	79,0	0,74	5,0	1,9	2,2	56,0
4A132S8Y3	4,0	10,3	83,0	0,70	5,5	1,9	2,6	77,0
4A132M8Y3	5,5	13,6	83,0	0,74	5,5	1,9	2,6	93,0
4A160S8Y3	7,5	17,7	86,0	0,75	6,0	1,4	2,2	135,0
4A160M8Y3	11,0	25,6	87,0	0,75	6,0	1,4	2,2	160,0
4A180M8Y3	15,0	32,0	87,0	0,82	6,0	1,2	2,0	195,0
4A200M8Y3	18,5	37,8	88,5	0,84	5,5	1,2	2,2	270,0
4A200L8Y3	22,0	45,0	88,5	0,84	5,5	1,2	2,0	340,0
4A225M8Y3	30,0	62,4	90,0	0,81	6,0	1,3	2,1	355,0
4A250S8Y3	37,0	75,0	90,0	0,83	6,0	1,2	2,0	490,0
4A250M8Y3	45,0	89,6	91,0	0,84	6,0	1,2	2,0	535,0
4A280S8Y3	55,0	108	92,0	0,84	5,5	1,2	2,0	785,0
4A280M8Y3	75,0	146	92,5	0,85	5,5	1,2	2,0	835,0
4A315S8Y3	90,0	173	93,0	0,85	6,5	1,2	2,3	875,0
4A315M8Y3	110	211	93,0	0,85	6,5	1,2	2,3	1100,0
4A355S8Y3	132	253	93,5	0,85	6,5	1,2	2,2	1420,0
4A355M8Y3	160	306	93,5	0,85	6,5	1,2	2,2	1670,0

Типы электродвигателей

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
При $n_c = 600 \text{ мин}^{-1}$								
4A250S10Y3	30,0	64,0	88,0	0,81	6,0	1,2	1,9	490,0
4A250M10Y3	37,0	80,0	89,0	0,81	6,0	1,2	1,9	535,0
4A280S10Y3	37,0	80,0	91,0	0,78	6,0	1,0	1,8	785,0
4A280M10Y3	45,0	97,0	91,5	0,78	6,0	1,0	1,8	835,0
4A315S10Y3	55,0	116	92,0	0,79	6,0	1,0	1,8	875,0
4A315M10Y3	75,0	155	92,0	0,80	6,0	1,0	1,8	1100,0
4A355S10Y3	90,0	179	92,5	0,83	6,0	1,0	1,8	1420,0
4A355M10Y3	110,0	217	93,0	0,83	6,0	1,0	1,8	1670,0
При $n_c = 500 \text{ мин}^{-1}$								
4A315S12Y3	45,0	100	90,5	0,75	6,0	1,0	1,8	875,0
4A315M12Y3	55,0	122	91,0	0,75	6,0	1,0	1,8	1100,0
4A355S12Y3	75,0	164,5	91,5	0,76	6,0	1,0	1,8	1420,0
4A355M12Y3	90,0	196,6	92,0	0,76	6,0	1,0	1,8	1670,0

**Таблица 23. УСТАНОВОЧНЫЕ И ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ 4А (рис. 3, б)**

Электро- двигатель	Размеры, мм									
	установочные					габаритные				
	l_1	h	b	ζ	d	d_1	B	ζ	H	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4AA56	23	56	90	71	11	5,8	62	194	152	
4AA63	30	63	100	80	14	7	62	216	164	
4A71A	40	71	112	90	19	7	86	287	201	
4A80A	50	80	125	100	22	10	86	302	218	
4A80B	50	80	125	100	22	10	86	322	218	

Электродвигатели

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4A90	50	90	140	125	24	10	86	350	243
4A100	50	100	160	112	28	12	86	365	263
4A100	60	100	160	140	28	12	86	395	263
4A112M	80	112	190	140	32	12	115	452	310
4A132	80	132	216	140	38	12	115	480	350
4A160	80	160	254	178	48/42	15	205	605	430
4A160M	110	160	254	210	48/42	15	205	660	430
4A180	110	180	279	203	55/48	15	205	657	410
4A180M	110	180	279	241	55/48	15	205	697	410
4A200M	140	200	318	267	60/55	19	240	790/760	535
4A200	140	200	318	305	60/55	19	240	830/800	536
4A225M	140	225	356	311	65/55	19	240	840/810	575
4A250	140	250	406	311	75/65	34	263	910	640
4A250M	140	250	406	349	75/65	24	263	950	640

Примечание. В знаменателе указаны величины для тех электродвигателей (полюса 2р = 2), у которых они отличаются.

**Таблица 24. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ 4А СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ИСПОЛНЕНИЯ**

Электродвигатель	Номиналь- ная мощ- ность, кВт	КПД. %	Cos φ	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}}$
1	2	3	4	5	6	7
4A160S2CB	15	87,5	0,90	7,5	1,2	2,2
4AP160M2CB	18,5	88,5	0,92	7,5	1,2	2,2
4AP160S4CB	15	89,2	0,90	7,5	2,0	2,2
4AP160M4CB	18,5	89,5	0,91	7,5	2,0	2,2
4AP160S6CB	11	86,0	0,86	7,5	2,0	2,2

1	2	3	4	5	6	7
4AP160M6CB	15	87,5	0,87	7,5	2,0	2,2
4A180S2CB	22	89,0	0,90	7,5	1,2	2,2
4A180M2CB	30	90,0	0,92	7,5	1,2	2,2
4AP180S4CB	22	89,7	0,91	7,5	2,0	2,2
4AP180M4CB	30	90,5	0,91	7,5	2,0	2,2
4AP180M6CB	18,5	88,4	0,89	7,5	2,0	2,2
4A160S2CX	15	87,0	0,90	7,5	1,2	2,2
4A160M2CX	18,5	88,0	0,92	7,5	1,2	2,2
4AP160S4CX	15	88,7	0,90	7,5	2,0	2,2
4AP160M4CX	18,5	89,0	0,91	7,5	2,0	2,2
4AP160S6CX	11	85,6	0,85	7,5	2,0	2,2
4AP160M6CX	15	87,0	0,87	7,5	2,0	2,2

**Таблица 25. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ да СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ИСПОЛНЕНИЯ**

Электродвигатель	Мощность, кВт	КПД, %	Cos φ	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}}$	Масса двигателя, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
При $n_c = 3000 \text{ мин}^{-1}$							
Да71A2C	0,37	74,5	0,82	6,0	1,8	2,6	7,5
Да71B2C	0,55	76,5	0,83	6,0	1,8	2,5	8,0
Да80A2C	0,75	77,5	0,86	6,0	1,8	2,4	11,5
Да80B2C	1,1	79,5	0,87	6,0	1,9	2,4	12,5
Да90S2C	1,5	81	0,88	6,0	1,9	2,5	18,5
Да90L2C	2,2	82	0,89	6,0	1,9	2,5	21,4
Да100L2C	3,0	84	0,89	7,0	2,0	2,5	25,9
Да112M2C	4,0	85,5	0,91	7,0	1,9	2,5	33,8

1	2	3	4	5	6	7	8
При $n_c = 1500 \text{ мин}^{-1}$							
Да71А4С	0,25	68	0,72	4,5	1,8	2,5	7,0
Да71В4С	0,37	71	0,73	4,5	1,8	2,5	7,5
Да80А4С	0,55	72	0,76	5,0	1,9	2,4	11,0
Да80В4С	0,75	73	0,79	5,0	1,9	2,4	12,0
Да90S4С	1,1	78,5	0,82	6,0	1,7	2,5	18,2
Да90L4С	1,5	80	0,83	6,0	1,7	2,5	20,9
Да100LA4С	2,2	81,5	0,81	6,0	2,0	2,5	25,9
Да100LB4С	3,0	82,5	0,80	6,0	2,0	2,5	30,4
Да112М4С	4,0	86,0	0,84	6,0	1,6	2,4	34,2
При $n_c = 1000 \text{ мин}^{-1}$							
Да80А6С	0,37	67	0,65	4,0	1,9	2,3	11,5
Да80В6С	0,55	69	0,69	4,0	1,9	2,3	12,5
Да90S6С	0,75	72	0,69	4,2	1,8	2,3	17,9
Да90L6С	1,1	74	0,74	4,2	1,8	2,3	21,5
Да100L6С	1,5	78,5	0,75	6,5	1,8	2,5	26,4
Да112М6С	2,2	83,0	0,77	6,5	1,4	2,4	32,8
При $n_c = 750 \text{ мин}^{-1}$							
Да100LA8С	0,75	69	0,64	4,0	1,1	1,8	25,0
Да100LB8С	1,1	71	0,65	4,0	1,1	1,8	29,2
Да112М8С	1,5	70,5	0,64	5,0	1,1	1,8	32,5

**Таблица 26. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
ОДНОФАЗНЫХ СЕРИИ 4А**

Электро- двигатель	Мощ- ность, Вт	При номинальной мощности				Емкость конденсатора, мкФ	
		I_n , А	n , мин ⁻¹	η , %	$\cos \varphi$	пускового	рабочего
1	2	3	4	5	6	7	8
Двигатели с высотой оси вращения 56 мм							
4AAE56A2Y3	90	1,0	2800	50,0	0,82	—	—
4AAU56A2Y3	90	1,0	2800	50,0	0,82	25	—
4AAT56A2Y3	120	1,2	2820	45,0	0,96	—	22
4AAUT56A2Y3	120	1,3	2820	45,0	0,96	50	22
4AAE56B2Y3	120	1,35	2800	53,0	0,76	—	—
4AAU56B2Y3	120	1,35	2800	53,0	0,76	40	—
4AAT56B2Y3	180	1,36	2800	64,0	0,94	—	18
4AAUT56B2Y3	180	1,36	2800	64,0	0,94	50	18
4AAE56A4Y3	60	1,05	1380	37,0	0,70	—	—
4AAU56A4Y3	60	1,05	1380	37,0	0,70	10	—
4AAT56A4Y3	90	0,90	1390	53,0	0,88	—	12
4AAUT56A4Y3	90	0,90	1390	53,0	0,88	50	12
4AAE56B4Y3	90	1,65	1380	39,0	0,65	—	—
4AAU56B4Y3	90	1,65	1380	39,0	0,65	16	—
4AAT56B4Y3	120	1,25	1380	51,0	0,88	—	18
4AAUT56B4Y3	120	1,25	1380	51,0	0,88	50	18
Двигатели с высотой оси вращения 63 мм							
4AAE63A2Y3	180	1,75	2800	62,0	0,76	—	—
4AAU63A2Y3	180	1,75	2800	62,0	0,76	25	—
4AAT63A2Y3	250	1,80	2800	66,0	0,96	—	27
4AAUT63A2Y3	250	1,80	2800	66,0	0,96	80	27
4AAE63B2Y3	250	2,45	2780	62,0	0,75	—	—
4AAU63B2Y3	250	2,45	2780	62,0	0,75	60	—
4AAT63B2Y3	270	2,60	2800	68,0	0,95	—	39
4AAUT63B2Y3	370	2,60	2800	68,0	0,95	110	39
4AAE63A4Y3	120	1,85	1400	46,0	0,65	—	—
4AAU63A4Y3	120	1,85	1400	46,0	0,65	40	—

1	2	3	4	5	6	7	8
4AAT63A4Y3	180	1,50	1410	62,0	0,90	—	22
4AAUT63A4Y3	180	1,50	1410	62,0	0,90	50	22
4AAE63B4Y3	180	2,70	1380	47,0	0,65	—	—
4AAU63B4Y3	180	2,70	1380	47,0	0,65	40	—
4AAT63B4Y3	250	2,15	1390	58,0	0,91	—	33
4AAUT63B4Y3	250	2,15	1390	58,0	0,91	80	33

Двигатели с высотой оси вращения 71 мм

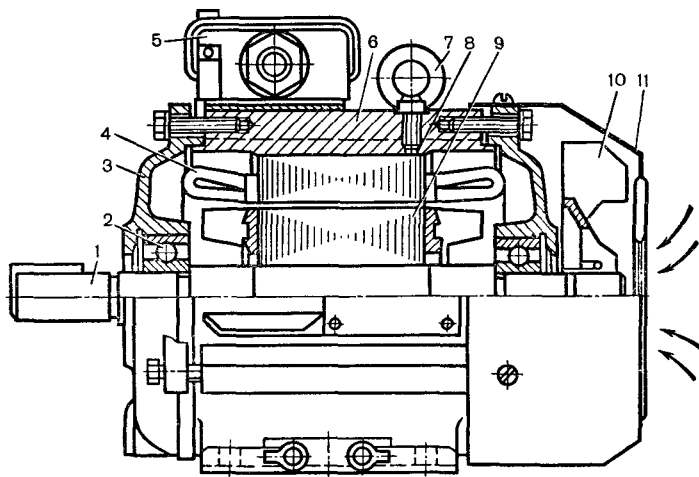
4AXE71A2Y3	370	4,15	2860	55,0	0,74	—	—
4AXU71A2Y3	370	4,14	2860	55,0	0,74	100	—
4AXT71A2Y3	550	4,05	2860	64,0	0,96	—	68
4AXUT71A2Y3	550	4,05	2870	64,0	0,96	110	68
4AXE71B2Y3	550	5,0	2800	60,0	0,83	—	—
4AXU71B2Y3	550	5,0	2800	60,0	0,83	100	—
4AXT71B2Y3	7500	5,50	2800	66,0	0,94	—	82
4AXUT71B2Y3	750	5,50	2800	66,0	0,94	200	82
4AXE71A4Y3	250	3,35	1400	50,0	0,68	—	—
4AXU71A4Y3	250	3,35	1400	50,0	0,68	40	—
4AXT71A4Y3	370	2,95	1410	62,0	0,92	—	47
4AXUT71A4Y3	370	2,95	1410	62,0	0,92	110	47
4AXE71B4Y3	370	4,70	1380	51,0	0,70	—	—
4AXT71B4Y3	550	4,00	1390	66,0	0,95	—	56
4AXUT71B4Y3	550	4,00	1390	66,0	0,95	160	56

ВЫБОР И ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Основные элементы трехфазного электродвигателя (рис. 4): подвижная часть — сердечник статора 8 и подвижная часть — ротор 9.

Корпус статора 6 состоит из цилиндрической станины, изготовленной из чугунного или алюминиевого литья, внутрь которой запрессован стальной сердечник-магнитопровод. Для уменьшения

потерь на вихревые токи сердечник набирают из отдельных листов электротехнической стали толщиной 0,35—0,5 мм, изолированных друг от друга тонким слоем специального лака. По внутренней окружности листов сердечника равномерно проштамповывают пазы. В собранном сердечнике они образуют продольные пазы, в которые укладываются обмотки. Концы обмоток статора выводят на щиток зажимов 5. Ротор 9 асинхронного двигателя состоит из сердечника, также набранного из листовой электротехнической стали. Внутри сердечника запрессовывают вал 1 электрического двигателя, а в пазы по наружному периметру укладывают обмотку.



Р и с. 4. Электродвигатель 4A100CY1:

1 — вал ротора; 2 — подшипник; 3 — подшипниковый щит; 4 — катушка; 5 — выводная коробка щитка зажимов; 6 — корпус статора; 7 — грузовой винт; 8 — сердечник статора; 9 — ротор; 10 — вентилятор; 11 — кожух вентилятора

В зависимости от типа роторной обмотки различают два основных исполнения асинхронных двигателей: с короткозамкнутым и фазными роторами. В короткозамкнутом роторе обмотка состоит из медных или латунных стержней, вложенных в неизолированные пазы сердечника. На торцевых сторонах ротора стержни замыкаются медными кольцами. Обмотки ротора также выполняют путем заливки пазов алюминием. Одновременно отливают и короткозамыкающие кольца с крыльчаткой для вентиляции. У двигателя с фазным ротором в пазы ротора укладывают трехфазную обмотку, которую соединяют в «звезду». Три свободных конца обмотки припаивают к трем кольцам, установленным на валу и изолированным как от вала, так и между собой. Посредством щеток обмотка ротора соединяется с пусковым реостатом, который ограничивает силу тока при пуске электрического двигателя.

При подключении обмотки статора к трехфазной сети в ней возникает вращающееся поле.

Скорость вращения магнитного поля, зависящая от частоты переменного тока и числа полюсов, называется синхронной скоростью электродвигателя (n_c , мин⁻¹). Ее определяют по следующей формуле:

$$n_c = \frac{60f}{P},$$

где f — частота трехфазного тока;

P — число пар полюсов обмотки статора.

Вращающееся магнитное поле, пересекая проводники обмотки ротора, индуцирует в них ЭДС. В обмотке ротора возникают токи. Взаимодействуя с вращающимся полем, они создают электромагнитные силы, увлекающие ротор в направлении вращения поля. Ротор начинает вращаться со скоростью несколько меньшей, чем скорость вращения поля, поэтому она называется асинхронной скоростью. Отставание скорости вращения ротора от скорости вращающегося магнитного поля обмотки статора на-

зывается скольжением электрического двигателя. Скольжение нормальных асинхронных двигателей обычно находится в пределах от 1,5 до 7 %.

Номинальное скольжение (S_n) вычисляют по формуле

$$S_n = \frac{n_c - n_n}{n_c},$$

где n_n — номинальная скорость вращения;

n_c — синхронная скорость вращения.

Номинальный вращающий момент двигателя (M_n , Н · м) при рабочем соединении обмоток, номинальном напряжении, номинальной частоте определяют по формуле

$$M_n = \frac{9555 P_n}{n_n},$$

где P_n — номинальная мощность двигателя;

n_n — номинальная скорость вращения.

Зависимость вращающего момента, создаваемого двигателем на валу, от величины скольжения или от скорости вращения называют рабочей или механической характеристикой двигателя.

В момент пуска двигателя, пока ротор еще неподвижен ($n=0$), наблюдается наибольшее скольжение ($S=1$). В этот момент обмотка ротора имеет наименьшее индуктивное сопротивление, и поэтому возникает наибольший ток. Момент на валу ротора равен пусковому моменту ($M_{\text{пуск}}$). С увеличением скорости вращения возрастает индуктивное сопротивление обмотки ротора, ток уменьшается. При некоторой величине скольжения $S=S_k$ вращающий момент достигает максимального момента ($M_{\text{макс}}$).

Изменение момента (механическая характеристика) двигателя с короткозамкнутым ротором можно определить по формуле

$$M_{\text{дв}} = \frac{2M_{\text{макс}}}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S}},$$

где S — текущее значение скольжения;

S_k — критическое значение скольжения.

Выбор электродвигателя. При выборе электродвигателя учитывают:

соответствие механической характеристики электродвигателя машине (приводу); соответствие значений скольжения, отношений пускового и максимального моментов к номинальному, а также устойчивость работы электродвигателя при отклонениях напряжения в допустимых пределах;

максимальное использование мощности электродвигателя в процессе работы;

соответствие конструкции электродвигателя условиям окружающей среды в зависимости от способа и места установки;

обеспечение необходимых условий обслуживания электродвигателя.

Исходя из этих требований предусматривают проверку электродвигателя по нагреву, мощности, перегрузочной способности, пусковому моменту.

Проверка электродвигателя по нагреву. В зависимости от продолжительности и характера нагрузки электродвигателя режимы его работы подразделяются на продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный и перемежающийся при постоянной и переменной нагрузке.

Продолжительный номинальный режим характеризуется длительной работой двигателя с постоянной нагрузкой, причем рабочий период настолько велик, что превышение температуры лобовых частей достигает допустимого значения.

Кратковременный номинальный режим характеризуется чередованием периодов работы и остановки. За период работы электродвигатель не успевает нагреться до температуры выше допустимой, а за период остановки охлаждается до температуры окружающей среды. В таком режиме электродвигатели выпускаются для работы продолжительностью включения (ПВ) 10, 30, 60, 90 мин.

Повторно-кратковременный номинальный режим работы электродвигателя характеризуется чередованием периодов нагрузки продолжительностью 10 мин с остановками. В таком режиме работают электродвигатели, имеющие продолжительность включения 15, 25, 40, 60 %.

При перемежающемся номинальном режиме кратковременные рабочие периоды чередуются с периодами холостого хода. В таком режиме работают электродвигатели с продолжительностью нагрузки (ПН) 15, 25, 40, 60 % при принятой продолжительности одного цикла 10 мин.

Проверка мощности электродвигателя. При продолжительном режиме и постоянной нагрузке механизма ($P_{\text{мех}}$) мощность электродвигателя (P_n , кВт) проверяют с учетом КПД механизма η_m и промежуточных передач η_n :

$$P_n \geq \frac{P_{\text{мех}}}{\eta_m \eta_n}.$$

При продолжительной переменной нагрузке мощность механизмов определяют по методу эквивалентных величин (мощности, току, моменту).

По значениям мощности отдельных участков графика нагрузки определяют эквивалентную мощность ($P_{\text{экв}}$, кВт):

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_{\text{ц}}}},$$

где $P_1, P_2 \dots P_n$ — мощности на участках рабочего цикла, кВт;

$t_1, t_2 \dots t_n$ — длительность нагрузки участков, мин;

$t_{\text{ц}}$ — продолжительность работы, мин.

Проверка электродвигателя по перегрузочной способности. Номинальная мощность электродвигателя (P_n , кВт) должна удовлетворять условию

$$P_n \geq \frac{P_{\text{max}}}{K_m},$$

где P_{max} — максимальное значение мощности приводной машины, кВт;
 K_m — перегрузочная способность двигателя с учетом возможного снижения напряжения.

Допустимое снижение напряжения, в частности в момент пуска асинхронного электродвигателя, расположенного вблизи подстанции, составляет 20 %, поэтому

$$K_{\text{м. доп}} = \left(\frac{U}{U_n} \right)^2 \frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}} = \left(\frac{304}{380} \right)^2 \frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}} = 0,64 \frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}},$$

где U — текущее напряжение, В;
 U_n — номинальное напряжение, В;
 $M_{\text{макс}}$ — максимальный момент;
 $M_{\text{ном}}$ — номинальный момент.

Проверка электродвигателя по пусковому моменту. Пусковой вращающий момент двигателя ($M_{\text{пуск}}$, Н · м), момент вращения его при неподвижном роторе, номинальном напряжении, номинальной частоте в рабочем соединении обмоток определяют по формуле

$$M_{\text{пуск}} = K_n \frac{9555 P_n}{n_n},$$

где K_n — кратность пускового момента двигателя.

Номинальный момент электродвигателя должен удовлетворять условию

$$M_n \geq \frac{M_{\text{с. нач}}}{K_{\text{п. доп}}},$$

где $M_{\text{с. нач}}$ — момент сопротивления рабочей машины при трогании (метод его определения — использование рычага и груза (Q, 1);
 $K_{\text{п. доп}}$ — кратность пускового момента с учетом возможного снижения напряжения.

Момент при трогании не должен превышать $1/3 M_n$.

При пуске двигателя допускается снижение напряжения на его зажимах до 40 % (в сети малой мощности), в этом случае

$$K_{п\ доп} = \left(\frac{U}{U_n} \right)^2 \frac{M_{пуск}}{M_n} = 0,36 \frac{M_{пуск}}{M_n},$$

где U — напряжение на зажимах электродвигателя при пуске, В;
 U_n — номинальное напряжение сети, В;

$\frac{M_{пуск}}{M_n}$ — кратность пускового момента.

Потерю напряжения при пуске электродвигателя определяют по формуле

$$\Delta U \% = \frac{Z_{тр} + Z_n}{Z_{тр} + Z_n + Z_{дв}} 100,$$

где $Z_{тр}$ — полное сопротивление короткого замыкания трансформатора, Ом;

Z_n — полное сопротивление соединительной линии, Ом;

$Z_{дв}$ — полное сопротивление короткого замыкания двигателя, Ом.

Полное сопротивление короткого замыкания трансформатора ($Z_{тр}$, Ом) рассчитывают по формуле

$$Z_{тр} = \frac{U_{ф\epsilon_k} \%}{100 I_{ф}},$$

где $U_{ф}$ — номинальное фазное напряжение низковольтной обмотки, В;

ϵ_k — напряжение короткого замыкания трансформатора, % (в среднем $\epsilon_k = 5,5 \%$);

$I_{ф}$ — номинальный фазный ток трансформатора, А.

Полные сопротивления воздушных линий низкого напряжения ($Z_{л}$, Ом/км) определяют в соответствии с маркой провода.

марка провода	М-10	М-16	М-25	А-16	А-25	А-35	ПСО-5	ПС-25	ПС-35
сопротив- ление	1,88	1,27	0,84	2,4	1,34	1,0	17,7	6,7	5,4

Полное сопротивление двигателя ($Z_{дв}$, Ом) определяют по формуле

$$Z_{дв} = \frac{U_{ф}}{K_n I_{ф}},$$

где K_n — кратность пускового тока электродвигателя.

ПУСК ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В ОДНОФАЗНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Асинхронный трехфазный двигатель можно использовать в качестве однофазного. В этом возникает необходимость когда отсутствует трехфазная сеть. При работе от однофазной сети трехфазный электродвигатель может развивать мощность, равную 50 % его мощности в трехфазном режиме.

Для включения трехфазного асинхронного двигателя в однофазное напряжение используют специальные схемы с конденсаторами или резисторами.

При применении конденсаторов трехфазный двигатель включают с применением пускового (C_p) и рабочего (C_r) конденсаторов по схеме, приведенной на рисунке 5, а и б.

Расчетную емкость конденсаторов определяют по формулам

$$C_p = (2740 - 2800) \frac{I_n}{U_n};$$

$$C_r = (2,5 - 3) C_p,$$

где I_n — номинальный ток двигателя;

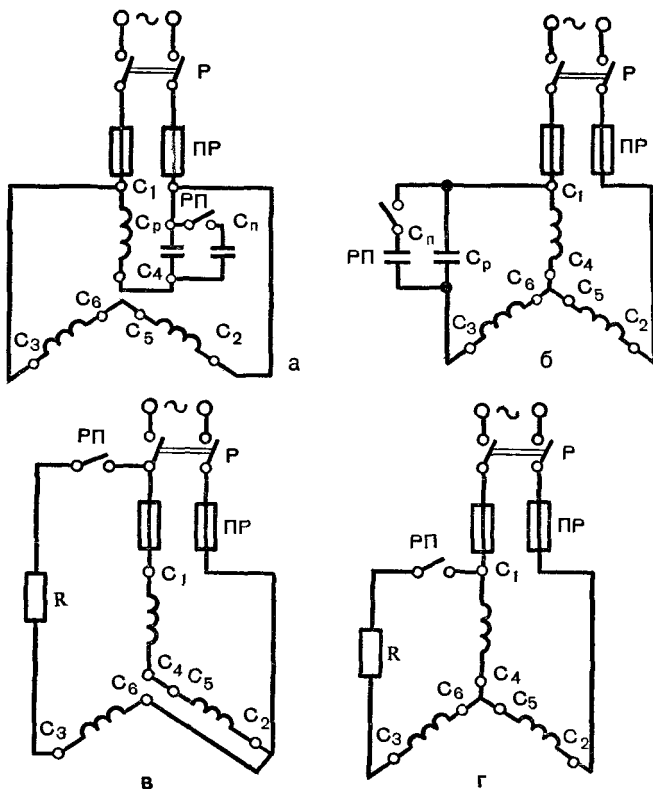
U_n — напряжение сети.

Для пуска электродвигателей используют бумажно-масляные конденсаторы типа МБГО, МБГП, КБГ, МБГЧ и электролитические.

При использовании резисторов для двигателей мощностью до 7,5 кВт применяют схемы включения, приведенные на рисунке 5, в и г.

Величину сопротивления резистора (R , Ом) для двигателей мощностью до 7,5 кВт определяют по таблице 27, для других по формуле

$$R = a \frac{\eta_n \cos \varphi_n}{K_n P_n},$$



Р и с. 5. Схемы включения трехфазного асинхронного двигателя в однофазное напряжение:

а, б — варианты с конденсатором; в, г — варианты с резистором

**Таблица 27. ПУСКОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НАПЯЖЕНИЕМ 380/220 В**

Мощность электро- двигателя, кВт	Пусковое сопро- тивление по схеме рисунка 5, в, Ом	Мощность электродви- гателя, кВт	Пусковое сопротивле- ние по схеме рисунка 5, г, Ом
0,6	25—30	0,6—1,1	8,0—15,0
1,1	20—25	1,5—2,2	3,0—6,0
1,5	10—15	3,0—4,5	1,5—3,0
2,2—3,0	5—10	5,5—7,5	1,0—2,0
4,5—7,5	3—5	7,5—10,0	1,0—2,0

где a — коэффициент, зависящий от характеристик двигателя
($a=0,4—1,3$);

η_n — номинальный КПД, %;

$\cos \varphi_n$ — номинальный коэффициент мощности двигателя;

K_n — кратность пускового тока;

P_n — номинальная мощность, кВт.

Все показатели трехфазного асинхронного двигателя в трех-
фазном режиме.

Схемы с резисторами более выгодны в связи с простотой,
дешевизной и большей надежностью при эксплуатации. Для
изменения направления вращения достаточно поменять местами
концы пусковой цепи (подсоединить C_6 к C_1 и РП к C_2).

В качестве материала для изготовления резисторов можно
использовать провода из фехраля, нихрома, константана. Провод
наматывают на цилиндры из фарфора, стеатита и других кера-
мических материалов, а также из асбоцемента.

СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

РУБИЛЬНИКИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Рубильники и переключатели применяют для включения и переключения электрических цепей напряжением до 500 В, а также для ручного управления короткозамкнутыми асинхронными двигателями мощностью до 10 кВт. Переключатели, в отличие от рубильников, имеют дополнительный комплект компактных стоек. Ножи переключателей замыкают одним или другим комплектом, в результате чего происходит переключение электрических цепей (например, реверс электродвигателей).

Промышленность выпускает рубильники и переключатели единой серии (табл. 28).

Таблица 28. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
РУБИЛЬНИКОВ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ ЕДИНОЙ СЕРИИ

Аппарат	Тип		Номинальный ток, А
	двухполюсный	трехполюсный	
1	2	3	4
Рубильники-разъединители с центральной рукояткой	P21	P31	100
	P22	P32	250
	P24	P34	400
	P26	P26	600
Переключатели-разъединители с центральной рукояткой	П21	П31	100
	П22	П32	250

1	2	3	4
	П24	П34	400
	П26	П36	600
Рубильник с боковой рукояткой	РБ21	РБ31	100
	РБ26	РБ36	600
	РБ22	РБ32	250
	РБ24	РБ34	400
Переключатели с боковой рукояткой и боковым рычажным приводом	ПБ21,	ПБ31,	100
	ППБ21	ППБ31	
	ПБ22,	ПБ32,	250
	ППБ22	ППБ32	
	ПБ24,	ПБ34,	400
	ППБ24	ППБ34	
	ПБ26,	ПБ36,	600
	ППБ26	ППБ36	
Рубильники с боковым рычажным приводом и центральным приводом	РПБ21,	РПБ31,	100
	РПЦ21	РПЦ31	
	РПБ22,	РПБ32,	250
	РПЦ22	РПЦ32	
	РПБ24,	РПБ34,	400
	РПЦ24	РПЦ34	
	РПБ26,	РПБ36,	600
	РПЦ26	РПЦ36	
Переключатели с центральным приводом	ППЦ21		100
	ППЦ22		250
	ППЦ24		400
	ППЦ26		600

Пример. Необходимо выбрать рубильник для вводно-распределительного устройства кормоцеха, если максимальный ток от силовой и осветительной нагрузки составляет 200 А. Рабочее напряжение — 380 В.

По таблице 28 выбираем рубильник типа РБ32, потому что он рассчитан для цепей с напряжением до 500 В, а номинальный ток рубильника равен 250 А. Поскольку кормоцех относится к сырым помещениям, рубильник необходимо установить в водозащищенном шкафу.

ПАКЕТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Пакетные выключатели и переключатели применяют для включения и переключения электрических цепей напряжением до 500 В, а также для ручного управления короткозамкнутыми асинхронными двигателями мощностью до 10 кВт.

Они имеют небольшие размеры, коммутируют значительные токи, что обеспечивается гашением дуги в закрытой камере, наличием дугогасительных шайб и двойного разрыва дуги в каждом полюсе, а также большой скоростью размыкания контактов.

Пакетные выключатели и переключатели выпускаются промышленностью открытые (типа ПВ и ПП), защищенные (тип ВПК) и пыленепроницаемые (типа ВГП, ГПВ и ГПП, табл. 29).

**Таблица 29. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАКЕТНЫХ
И ПАКЕТНО-КУЛАЧКОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ И
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

Аппарат	Тип		Номинальный ток, А	
	двухполюсный	трехполюсный	при 200 В перемен- ного тока	при 380 В перемен- ного тока
1	2	3	4	5
Открытые				
Выключатели пакетные	ПВ2-20	ПВ3-10	10	6
	ПВ2-25	ПВ3-25	25	15
	ПВ2-60	ПВ3-60	60	40
	ПВ2-100	ПВ3-100	100	60
	ПВ2-250	ПВ3-250	250	150
	—	ПВ3-400	400	250

Средства управления и автоматизации

Продолжение

1	2	3	4	5
Переключатели пакетные на два направления с нуле- вым положением	ПП2-10/Н2 ПП2-25/Н2 ПП2-50/Н2 ПП2- 100/Н2 ПП2- 250/Н2 ПП2- 400/Н2	ПП3-10/Н2 ПП3-25/Н2 ПП3-60/Н2 ПП3- 100/Н2 ПП3- 250/Н2 ПП3- 400/Н2	10 25 60 100 250 400	6 15 40 60 150 250
Защищенные				
Выключатели пакетно-ку- лачковые		ПКВ3-15 ПКП3- 15/Н2 ПКВ3 (ПКП3)-25 ПКВ3 (ПКП3)-40 ПКВ3 (ПКП3)-60 ПКВ3 (ПКП3)- 100	15 15 25 40 60 100	10 10 25 40 60 100
Пылеонепроницаемые				
Выключатели пакетные герметические	ГПВ2-25 ГПВ2-25 ГПВ2-60 ГПВ2-100 ГПВ2-250 ГПВ2-400	ГПВ3-10 ГПВ3-25 ГПВ3-60 ГПВ3-100 ГПВ3-250 ГПВ3-400	— 25 60 100 250 400	10 25 60 100 250 400
Переключатели пакетные герметические	ГПП2- 10/Н2 ГПП2- 25/Н2	ГПП3- 10/Н2 ГПП3- 25/Н2	10 25	10 25

Магнитные пускатели

Продолжение

1	2	3	4	5
	ГПП2-60/Н2	ГПП3-60/Н2	60	60
	ГПП2-100/Н2	ГПП3-100/Н2	100	100
	ГПП2-250/Н2	ГПП3-250/Н2	250	250
	ГПП2-400/Н2	ГПП3-400/Н2	400	400
Переключатели для пуска электродвигателя со «звезды» на «треугольник»		ПП-25/ICB	25	15
		ПП-60/IC	60	40

МАГНИТНЫЕ ПУСКАТЕЛИ

Магнитные пускатели применяют для дистанционного и автоматического управления электроустановками.

В настоящее время промышленность изготавливает несколько типов магнитных пускателей: ПМЕ, ПАЕ, ПМА и ПМЛ (табл. 30). Они выпускаются семи величин (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7); нереверсивные (для одного направления вращения электродвигателя) и реверсивные (для изменения направления вращения электродвигателя); с тепловыми реле (для защиты электродвигателей от перегрузок) и без них; открытые; защищенные и пыленепроницаемые нормального и тропического исполнения.

Магнитный пускатель (рис. 6) состоит из сердечника 7, электромагнита с втягивающей катушкой 8, неподвижных контактов 3, якоря 6, соединенного с изолированной траверсой 4. На траверсе 4 закреплены подвижные контакты 2. При подаче напряжения на катушку сердечник втягивается и прижимает подвижные контакты 2 к неподвижным. Отключаются контакты под действием возвратных пружин при снятии напряжения.

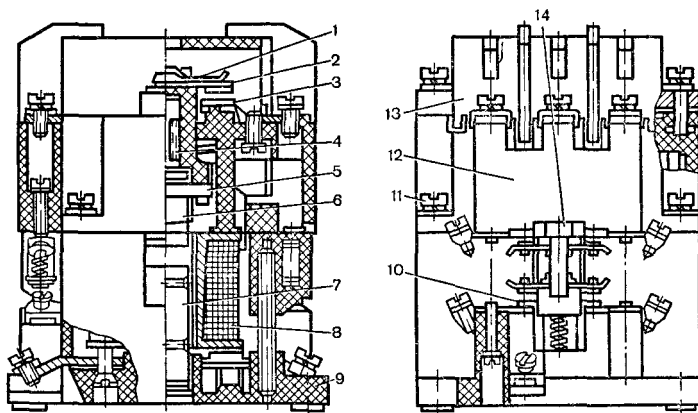
**Таблица 30. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ**

Тип аппарата	Величина пускателя	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А		Наибольшая мощность управляемого электродвигателя, кВт, при напряжении, В		Число блок-контактов		Масса пускателей, кг		
			главных контактов	блок-контактов	замыкающих	размыкающих	открытых (1Р00)	защищенных (1Р40)	пылеводозащищенных (1Р54)		
										220	380
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПМЕ-000	0	380	3	3	0,6	1,1	1	0,2	0,55	1,5	2,0
								или 4			
ПМЕ-100	1	500	10	6	2,2	4	2	2	0,55	1,5	1,65
ПМЕ-200	2	500	25	6	5,5	11	2	2	1,30	2,3	2,50
ПАЕ-300	3	500	40	6	10	17	2	2	2,70	4,5	7,50
ПАЕ-400	4	500	56	6	14	28	2	2	5,30	8,3	12,60
ПАЕ-500	5	500	115	6	30	55	2	2	7,30	12,7	16,50
ПАЕ-600	6	500	150	6	40	75	2	2	9,70	16,6	20,20
ПМА-2000	2	380	25	6	5,5	11	2	2	1,75	3,6	3,90
ПМА-3000	3	380	40	6	11	18,5	2	2	1,95	3,9	4,20
ПМА-4000	4	380	63	6	18,5	30	4	2	2,90	4,9	5,80

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПМА-5000		5	380	100	6	30	55	4	2	4,10	9,1	10,20
ПМА-6000		6	380	160	6	40	75	4	2	5,50	14,6	14,90
ПМЛ-1000		1		10	10	2,2	4	1,2	1,2	0,69	—	—
ПМЛ-2000		2		25	10	5,5	11	1,2	1,2	1,03	—	—
ПМЛ-3000		3	220,	40	10	10	17	1; 2; 3	1; 2; 3	1,25	—	—
ПМЛ-4000		4	380,	63	10	18,5	30	1; 3	1; 3	1,75	—	—
ПМЛ-5000		5	500,	80	10	22	40	1—5	1; 2; 3	3,50	—	12,40
ПМЛ-6000		6	600	125	10	30	55	1; 2; 3; 5	1; 2; 3	4,60	—	16,50
ПМЛ-7000		7		200	10	75	110	1; 2; 3; 5	1; 2; 3	6,60	—	19,6
ПТ-16-380-У5 (тиристорный)		—	380	16	—	—	5,5	—	—	—	8	—
ПТ-40-380-У5 (тиристорный)		—	380	40	—	—	17	—	—	—	16	—

Реверсивные магнитные пускатели имеют два контактора, укрепленных на общем основании. Они сблокированы посредством размыкающих блокировочных контактов так, что при включенном одном контакторе включение второго невозможно.

Магнитные пускатели обеспечивают нулевую защиту электроустановок, то есть предотвращают возможность самозапуска после случайного перерыва в подаче электрической энергии.



Р и с. 6. Магнитный пускатель ПМЕ-200:

1 — контактная пружина; 2, 3 — подвижный и неподвижный контакты; 4 — траверса; 5 — ось якоря; 6 — якорь; 7 — сердечник; 8 — катушка; 9 — основание; 10 — неподвижный блок-контакт; 11 — винт; 12 — якорь; 13 — дугогасительная камера; 14 — толкатель

КНОПКИ УПРАВЛЕНИЯ И КНОПОЧНЫЕ СТАНЦИИ

Кнопки применяют для дистанционного управления магнитными пускателями и другими электрическими аппаратами.

Кнопка управления обычно имеет одну пару замыкающих и одну пару размыкающих контактов.

Одна или несколько кнопок управления, смонтированных в корпусе или на панели, представляют кнопочную станцию.

Наибольшее распространение в сельском хозяйстве получили кнопки управления типа КУ и кнопочные станции типов КУ-120, КМЗ и КС.

Кнопки управления типа КУ выпускаются только открытые, кнопочные станции КУ-120 — открытые и защищенные, КМЗ — защищенные, КС — открытые и защищенные.

ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Предохранители предназначены для защиты проводов и приемников электрической энергии от перегрузок и токов короткого замыкания. Основной элемент предохранителя — плавкая вставка из меди, цинка, свинца или серебра. В настоящее время широко используют медные вставки с оловянным растворителем. В средней части такой вставки напаян оловянный шарик, который при нагревании плавится и растворяет медь при температуре меньше температуры плавления меди. Благодаря этому ускоряется процесс перегорания вставки. Время перегорания плавкой вставки зависит от тока, протекающего через нее. При токе силой на 30 % больше номинального плавкая вставка не перегорает, а при силе тока в 2—2,5 раза больше номинального перегорает за несколько секунд.

При защите короткозамкнутых асинхронных электродвигателей следует учитывать, что пусковой ток двигателя в 5—7 раз больше номинального, а время пуска двигателя может равняться нескольким секундам. Номинальный ток плавкой вставки ($I_{\text{вст. п}}, \text{А}$) определяют с учетом пускового тока двигателя по формуле

$$I_{\text{вст. п}} = \frac{k_{\text{п}} I_{\text{н}}}{\alpha},$$

где $k_{\text{п}}$ — кратность пускового тока электродвигателя по отношению к номинальному;

$I_{\text{н}}$ — номинальный ток электродвигателя, А;

α — коэффициент, зависящий от условий пуска электродвигателя.

Для двигателей с нормальными условиями пуска (редкие пуски при длительности разгона не более 5—10 с) коэффициент $\alpha=2,5$, для двигателей с тяжелыми условиями пуска (частые пуски и большая длительность разгона) $\alpha=1,6—2$.

Плавкую вставку для группы короткозамкнутых асинхронных двигателей (включаемых последовательно по времени) выбирают из условия

$$I_{\text{вст. п}} \geq \frac{\sum I_{\text{н}(n-1)} + I_{\text{н. б}} k_{\text{п. б}}}{\alpha},$$

где $\sum I_{\text{н}(n-1)}$ — суммарный номинальный ток всех электродвигателей группы, без учета тока электродвигателя наибольшей мощности;

$I_{\text{н. б}}$ и $k_{\text{п. б}}$ — номинальный ток и кратность пускового тока электродвигателя наибольшей мощности.

Выбирают диаметры медных проволочек длиной 70—80 мм для плавких вставок в зависимости от номинального тока исходя из следующих соотношений:

номинальный ток вставок,

А	15	20	25	35	40	50	60
диаметр проволоки, мм	0,45	0,5	0,6	0,75	0,8	0,9	1,05

Предохранители

номинальный ток вставок,

А	70	80	100	130	150	180	125
диаметр проволоки, мм	1,1	1,2	1,35	1,65	1,7	1,95	2,62

В сельском хозяйстве используют предохранители пробочные типа Ц с закрытым патроном с наполнителем (кварцевой песок) типа НПН, ПН2, ПР2, ПРС, ПНР, ПД, ПДС (табл. 31).

Таблица 31. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

Тип аппарата	Номинальное напряжение переменного тока, В	Номинальный ток, А		Степень защиты
		предохранителей	плавких вставок	
1	2	3	4	5
Ц27	380	20	6, 10, 15 и 20	IP00
Ц33		60	25, 40 и 60	
ПР2:		15	6, 10, 15	
первый габарит	220	60	15, 20, 25, 35, 45, 60	
второй габарит	500	100	60, 80, 100	
		200	100, 125, 160, 200	IP32
		350	200, 225, 260, 300, 350	
ПН2-100	500	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	
ПН2-250	500	250	80, 100, 120, 150, 200, 250	IP54
ПН2-400	500	400	200, 250, 300, 400	IP00
НПН-15	500	15	6, 10, 15	
НПН-60	500	60	20, 25, 35, 45, 60	IP00
ПРС-6	380	6	1, 2, 4, 6	
ПРС-25	380	25	4, 6, 10, 16, 20, 25	
ПРС-63	380	63	20, 25, 40, 63	
ПРС-100	380	100	40, 63, 80, 100	IP00
ПД-1, ПДС-1 (с наполнителем)	380	6	1, 2, 4, 6	
ПД-2, ПДС-2	380	20	10, 15, 20	

1	2	3	4	5
ПД-3, ПДС-3	380	60	25, 35, 60	
ПД-4, ПДС-4	380	125	80, 100, 125	
ПД-5, ПДС-5	380	225	160, 200, 225	
ПД-6, ПДС-6	380	350	260, 300, 350	
ПД-7	380	600	430, 500, 600	
ПП22	380		25, 40, 63	IP00
ПП31	380, 600		32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630	IP00

Устройство этих предохранителей показано на рисунке 7.

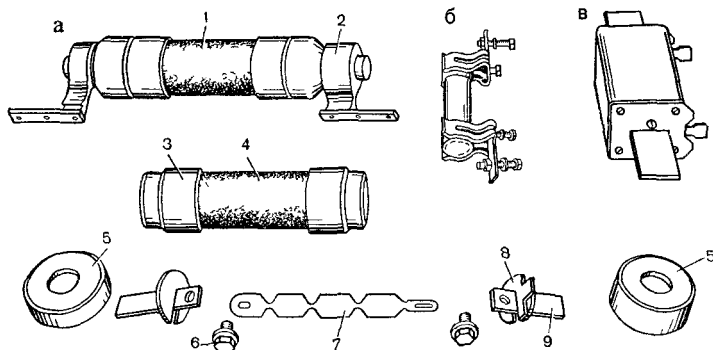


Рис. 7. Предохранители:

а — типа ПР-2, б — типа НПН, в — типа ПН, 1 — патрон, 2 — контактная стойка, 3 — втулка, 4 — фибровая трубка, 5 — колпак, 6 — болт, 7 — плавкая вставка, 8 — шайба, 9 — контактный нож

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ (АВТОМАТЫ)

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для включения и отключения асинхронных электродвигателей и других приемников электрической энергии, а также для защиты их от перегрузок и коротких замыканий (рис. 8).

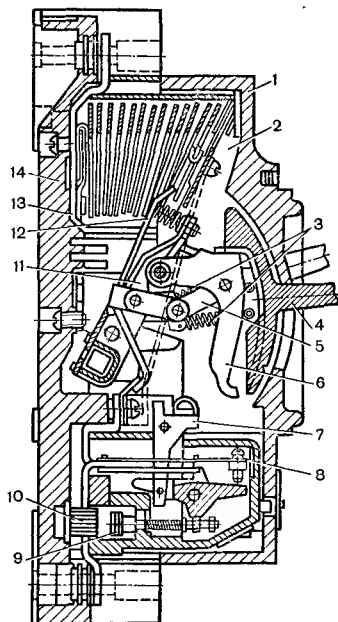
Автомат совмещает в себе функции рубильника, предохранителя и теплового реле. Обеспечивает одновременно отключение трех фаз сети, упрощает эксплуатацию и сокращает простой оборудования.

Автомат включают и отключают вручную; в аварийном режиме он отключается автоматически электромагнитным или тепловым расцепителем. Электромагнитный расцепитель срабатывает мгновенно при протекании токов короткого замыкания, а тепловой — с обратной выдержкой времени при протекании перегрузки.

При выборе автомата необходимо, чтобы номинальный ток

Рис. 8. Автоматический выключатель АЗ100:

1 — крышка (пластмассовая); 2 — дугогасительная камера с деионной решеткой; 3 — перекидная пружина; 4 — рукоятка включения; 5 — рычаг «ломающийся»; 6 — рычаг; 7 — расцепитель; 8 — термобиметаллический элемент; 9 — якорь электромагнита; 10 — сердечник электромагнита; 11 — контактный рычаг; 12 — подвижный контакт; 13 — неподвижный контакт; 14 — основание (пластмассовое)



расцепителя автомата был не меньше номинального тока защищаемого электродвигателя или другого приемника электрической энергии. Отечественная промышленность выпускает автоматические выключатели серий АП-50, А-63, АК-50, АК-63, АЕ-2000, А-3100 и А-3700 (табл. 32—34). Автомат типа А-3100 (см. рис. 8) состоит из контактной системы, дугогасительной камеры, механизма свободного расцепителя с кнопками ручного включения и отключения, тепловых и электромагнитных расцепителей.

Тепловой расцепитель представляет собой биметаллическую пластину, соединенную последовательно с контактом. При нагревании ее током перегрузки она изгибается и воздействует на отключающую рейку механизма свободного расцепления. Электро-

**Таблица 32. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТОВ
ТИПА АП-50 (НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК АВТОМАТА 50 А)**

Тип автомата	Номинальный ток расцепителя, А	Пределы регулирования номинального тока установки, А	
		перегрузок	короткого замыкания
АП50 (Б)-2МТ	2,5	1,6—2,5	17,5
АП50 (Б)-3МТ (магнитный и тепловой расцепители)	1,6	1,0—2,6	11,0
АП50-2Т	6,4	4,0—6,4	45
АП50-3Т (тепловой расцепитель)	4	2,5—4,0	28
АП50-2М	10; 16; 25; 40; 50	6,4—10, 10—16, 16—25, 25—40,	10; 70 175; 280
АП50-3М (электромагнитный расцепитель)	50	40—50	350

Автоматические выключатели (автоматы)

магнитный расцепитель состоит из катушки с подвижным сердечником и возвратной пружины. При протекании по катушке тока короткого замыкания сердечник мгновенно втягивается и воздействует на отключающую рейку механизма свободного расцепления.

Таблица 33. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТОВ
ТИПОВ АК-63, АК-50 и АЕ-2000

Тип	Число полюсов	Номинальный ток расцепителей максимального тока, А	Ток отсечки электромагнитных расцепителей, кА
АК-63-3М	3	16; 20; 25	3- и 14-кратный номинальному току
АК-63-2М	2	32; 40; 50	
АК-63-1М	1	60	
АК-63-3МГ	1; 2; 3	0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5	14-кратный номинальному току
АК-63-3	3	50	5-, 7-, 10-кратный номинальному току
АК-50-3МГ (3М)	3	0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 50	
АК-50-2МГ (2М)	2	0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,5; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25	
АК-63-МГ (М)	1	0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,5; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25	10-кратный номинальному току
АЕ-2010	2; 3	0,32; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 4; 5; 6,3; 8; 10	5
АЕ-2030	2; 3	0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	
АЕ-2040 (М)	2; 3	0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	
АЕ-2050 (М)	2; 3	10; 12,5; 16; 20; 25; 40; 50; 63; 80; 100	16
АЕ-2060	2; 3	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160	16

**Таблица 34. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ СЕРИЙ А-3100**
(U_n постоянного тока — до 220 В, переменного — до 500 В)
и А-3700 (U_n постоянного тока — 440 В, переменного — 660 В)

Тип	Номиналь- ный ток выключа- теля, А	Вид расцепителя	Номинальный ток расцепителей, А	Масса вы- ключателя, кг
А-3100	50	Тепловой	15; 20; 25; 30; 40; 50	1,15
А-3110	100	Комбини- рованный	15; 20; 25; 30; 40; 60; 80; 100	2,6
А-3120	100	»	15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 80; 100	4,0
А-3130	200	»	120; 150; 200	9,1
А-3140	600	»	250; 300; 400; 500; 600	19,4
А-3710Б	40	Полупро- водниковые и электро- магнитные	20; 25; 32; 40; 50; 63; 80;	6,1
	80		80; 100; 125; 160	
	160			
А-3720Б	250	Электро- магнитный	160; 200; 250	8,4
А-3730Б	400	»	160; 200; 250; 320; 400	18,7
А-3740Б	630	»	250; 320; 400; 500; 630	26,7

Пример. Необходимо выбрать автомат для защиты электродвигателей ($\Sigma I_n = 21,7$ А) от токов короткого замыкания.

Номинальный ток расцепителя автомата должен быть равен или больше 21,7 А.

Пользуясь данными таблицы 32, выбирают автомат типа АП50-3М ($I_{н. расц} = 25$ А).

ТЕПЛОВЫЕ РЕЛЕ

Тепловые реле применяют для защиты асинхронных электродвигателей от перегрузок. Их устанавливают в магнитных пускателях или на панелях.

Наибольшее распространение получили тепловые реле серий ТРН, ТРП, РТТ, ТРАТП, РТЛ (табл. 35).

Таблица 35. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ТЕПЛОВЫХ РЕЛЕ

Тип	Номинальный ток, А	Номинальный ток тепловых элементов, А
ТРН-8А	3,2	0,32; 0,4; 0,5; 0,63
ТРН-8	10	0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25
ТРН-10А	3,2	0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2
ТРН-10	10	1,6; 2; 2,5; 3,2; 4,0; 5; 0,3; 8; 10
ТРН-20	25	5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25
ТРН-32	40	12,5; 16; 20; 25; 32; 40
ТРН-40		
ТРП-25	25	1; 1,2; 1,5; 2,2; 2,5; 3,4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 20; 25
ТРП-60	60	20; 25; 30; 40; 50; 60
ТРП-150		60; 80; 100; 150
ТРТП-110	7	1,75; 2,5; 3,5; 5,0; 7,0;
ТРТП-120	11,5	9,0; 11,5
ТРТП-130	90	14,5; 18; 22; 28; 35; 45; 56; 71; 90
ТРТП-150	550	155; 190; 230; 285; 360; 450; 550
РТТ-11, РТТ-21, РТТ-31	63, 160, 630	0,2—83; 63—160; 100—630
РТЛ-1000	0,61—25	0,61; 1,0; 1,5; 2,4; 2,6; 3,8; 4,0; 5,5; 6,0; 7,0; 9,5; 13; 14; 18; 19; 25
РТЛ-2000	23—86	23; 30; 32; 38; 41; 47; 52; 54; 63; 64; 74; 86
РТ-10	4,3	1,2; 1,4; 1,9; 2,5; 3,3; 4,3

Тепловые реле серий ТРН и ТРП — двухполюсные, снабжены биметаллическим температурным компенсатором с обратным прогибом по отношению к биметаллическим пластинам, благодаря чему ток установки практически не зависит от температуры воздуха.

При нагревании током перегрузки, протекающим по нагревателям (у реле ТРН-8А, ТРН-10А — по нагревателям и биметаллическим пластинам), биметаллические пластины изгибаются и поворачивают температурный компенсатор (рис. 9), который выводит защелку 4 механизма срабатывания из зацепления с пластиной 5. Под действием пружины 6 traversa 7 вместе с закрепленным на ней контактным мостиком 8 мгновенно перемещается вправо, размыкая неподвижные контакты 9. Реле возвращается в исходное положение. При нажатии вручную на конец traversы 7 защелка 4 под действием пружины 10 входит в зацепление с пластиной 5.

Ток установки реле можно плавно регулировать, перемещая

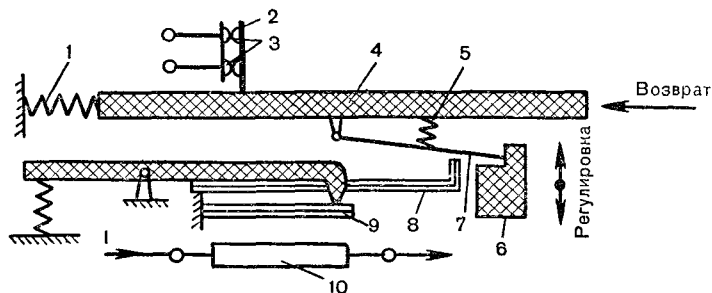


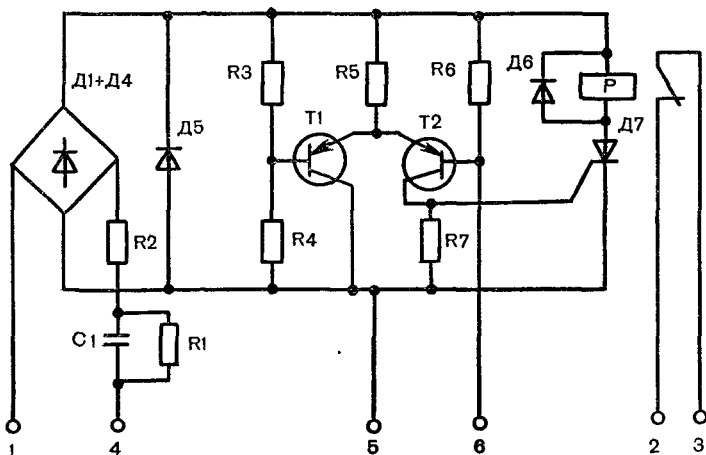
Рис. 9. Тепловое реле ТРН (принципиальная схема):

1 — пружина; 2 — подвижный контакт; 3 — неподвижный контакт; 4 — traversa; 5 — пружина; 6 — пластина; 7 — защелка; 8 — температурный конденсатор; 9 — биметаллическая пластина; 10 — нагреватель

пластину 5 эксцентриком. При уменьшении тока установки защелка 4 приближается к температурному компенсатору 3, при увеличении — удаляется.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАЩИТА

Промышленность выпускает два вида встроенной температурной защиты электродвигателей — УВТЗ-1 и УВТЗ-4А. Температурная защита состоит из температурных датчиков и управляющего устройства. Температурными датчиками служат полупро-



Р и с. 10. Электрические схемы устройства встроенной температурной защиты электродвигателей УВТЗ-1:

Д1 — Д4 — выпрямительный мост; Т1 — Т2 — транзисторы; Д5 — Д6 — диоды; Д7 — тиристор; Р1 — Р6 — резисторы; Р — реле

водниковые термозисторы (СТ5-1) и термосопротивления (СТ14-1А, СТ14-1Б, ТР-33), встроенные в лобовую часть обмоток статора в каждую фазу. Датчики устанавливают на действующие электродвигатели следующим образом. Обмотка статора разогревается до 100—120°С. Деревянным клином раздвигают витки фазной катушки обмотки, в образовавшуюся щель вставляют датчик.

Работает УВТЗ следующим образом. После нажатия кнопки «Пуск» магнитного пускателя подается напряжение на клеммы 1 и 4 (рис. 10). Если температура обмотки электродвигателя ниже рабочей температуры термодатчиков, их сопротивление будет меньше сопротивления срабатывания. Транзистор Т1 закрыт, транзистор Т2 — открыт. Ток протекает через управляющий переход тиристора Д7. Включается реле Р, контакты которого замыкают цепь питания катушки магнитного пускателя, главные контакты включают в работу электродвигатель. С повышением температуры сопротивление термодатчиков возрастает, транзистор Т2 запирается, а транзистор Т1 открывается. Управляющий переход тиристора Д7 обесточивается, промежуточное РЭС-21 отключается, и соответственно электродвигатель отключается от сети.

Устройства температурной защиты электродвигателей унифицированы. Они эффективно отключают электродвигатель при длительных перегрузках или при пуске, обрыве фаз, отклонениях напряжения в пределах 70—110 % от номинального.

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

В сельском хозяйстве реле времени используют для осуществления необходимой выдержки времени перед включением электропривода механизма, для предупредительной сигнализации, для обеспечения необходимой длительности технологического процесса, облегчения пуска групп электроприводов поточных ли-

ний путем смещения запуска их во времени, для остановки поточных линий с выдержкой времени с целью освобождения технологических машин от продукта и для других целей.

Реле времени представляет собой аппарат, контакты которого замыкаются или размыкаются через определенную заданную выдержку времени после включения катушки аппарата на напряжение. Наиболее распространены электромагнитные и электро-механические реле.

Электромагнитное реле времени состоит из электромагнит-

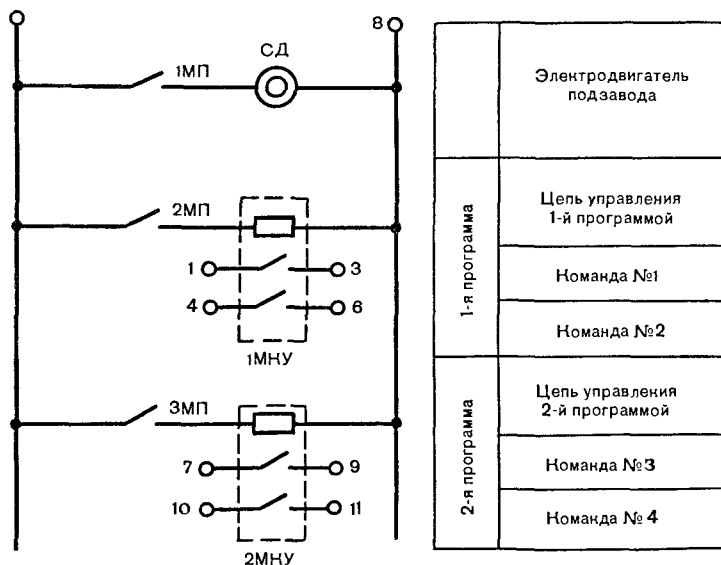


Рис. 11. Электрическая схема программного реле времени 2РВМ:
СД — электродвигатель; 1МП — 3МП — микропереключатели; МКУ — реле

ной системы регулируемого механизма замедления срабатывания и контактной системы. При подаче напряжения на реле подвижный сердечник притягивается и заводит пружину часового механизма. Под действием пружины часовой механизм пускается в ход. По истечении установленной выдержки времени подвижный контактный мостик замыкает неподвижные контакты.

Электромагнитное (программное) реле времени 2РВМ состоит из анкерного часового механизма с автоматическим под заводом от синхронного электродвигателя, программного диска со штифтами и микропереключателей (рис. 11). Программы управления устанавливают на диске, ввинчивая штифты в отверстия двух часовых шкал. При вращении диска от часового механизма длинные штифты замыкают контакты микропереключателей.

**Таблица 36. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
РЕЛЕ ВРЕМЕНИ (ТОК 5А)**

Тип	Напряжение, В	Предел выдержки времени	Количество программ
Электромагнитные			
ВС-10 (программ- ное)	12; 127; 220	3—90 мин 9 мин — 4,5 ч 1—24 ч	1—6
2РВМ (программ- ное)	220	15 мин — 24 ч	2
Электромеханические			
РВ-4-1	127; 220	2—6 с	2
РВ-4-2	380; 660	10—250 с	
РВ-4-3		0,5—15 мин	
РВ-4-4		2—60 мин	
РВ-4-5		10—240 мин	
РВ-4-6		0,5—30 ч	

чателей, короткие — размыкают. Контакты микропереключателей подключают в цепь питания катушки малогабаритных реле типа МКУ-48 с двумя замыкающими контактами. По мере раскручивания пружины часового механизма освобождается толкатель микропереключателя, включающего электродвигатель подзавода.

Техническая характеристика реле времени приведена в таблице 36.

Электромеханическое реле времени состоит из электродвигателя небольшой мощности, электромагнита сцепления, понижающего редуктора и программного устройства в виде набора дисков с упорами, контактной системы, состоящей из контактов с выдержкой времени и контактов мгновенного действия. Применяют их для получения больших выдержек (до 24 ч). Моторные реле времени могут иметь до шести независимых программ.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ

В схемах управления сельских электроустановок наиболее распространены промежуточные реле переменного тока (табл. 37), различающиеся по числу контактов и способу защиты от окружающей среды.

Таблица 37. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ

Тип	Номинальное напряжение, В	Длительный ток, А	Количество контактов
1	2	3	4
РПК-1	500	10	—
РПУ-0	12; 24; 36		
РПУ-1	127; 220; 240	2; 5; 6; 10	2; 3; 4; 8

1	2	3	4
РПУ-2	380	2,5; 5	До 8
ПЭ-21-1	380	5	1; 2; 3
ПЭ-21-2	380	5	
ЭП-41В	500	20	3
РП-20	380	5	До 8
МКУ-48	12; 220; 380	5	5
Р-10	До 380	10	—
РПЛ	До 660	10	4
РПГ-9 (герконовое)	220	4	1; 2; 4; 6

КОНЕЧНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И МИКРОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Конечные выключатели (табл. 38) являются основными элементами в системе автоматизированного управления электроприводом при ограничении хода. Их применяют, когда в зависимости от пройденного пути или угла поворота рабочего органа необходимо его остановить или дать обратный ход. Конечные выключатели типа КУ-700А срабатывают от механического воздействия на стальной валик, перемещающий шток с контактами, которые размыкают и замыкают контакты, укрепленные на изолированной планке. Пружина возвращает шток в исходное положение. Скорость переключения контактов выключателя зависит от скорости движения штока. При скорости движения штока 0,4 м/мин и менее контакты выключателя быстро подгорают и повреждаются, поэтому конечные выключатели этого типа используют реже.

В конечных выключателях мгновенного действия типа ВК-200

Конечные выключатели и микропереключатели

Таблица 38. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНЕЧНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ И МИКРОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Тип	Напряжение, В	Длительно допустимый ток, А
Конечные выключатели		
КУ-700А (с самовозвратом рычага)	500	10
ВК-200Г, ВК-300Г (мгновенного действия)	24—500	6
ВП-15	660	10
ВПК-1000, ВПК-2000А	660	6; 10
Микропереключатели		
МП-1000Б (полумгновенного срабатывания)	660	0,6
МП-2000Б	380	0,6
Бесконтактные выключатели		
ВПБ-15 (постоянного тока)	15	1
БВК-24	24	1
КВД-25	12; 24	1

скорость движения упора не влияет на скорость срабатывания контактов, благодаря чему исключается подгорание последних. Выключатели типа ВК имеют по одному замыкающему и одному размыкающему контакту.

При автоматизированном управлении в качестве ограничителей хода и коммутации электрических цепей применяют микропереключатели (см. табл. 38), имеющие по одному замыкающему и размыкающему контакту с общей точкой. Наибольшая масса (не более 50 г) и точность срабатывания микропереключателей позволяют использовать их в качестве различных механических чувст-

вительных элементов в датчиках перемещения. При незначительном усилии нажатия упора и малом перемещении штока (до 1,55 мм) микропереключатель, срабатывая, управляет электрической цепью до 0,6 А при напряжении 380 В. Допустимая частота включений — до 1200 циклов в 1 ч.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЛЕ И ДАТЧИКИ

Температурные реле и датчики используют в схемах автоматического управления электронагревательными и вентиляционными установками. Могут быть ртутно-контактные, манометрические, биметаллические и полупроводниковые (табл. 39).

У ртутно-контактных температурных реле (термометров) имеется ртутный столбик, который при повышении температуры поднимается и замыкает контакт. Ртутный столбик может выдерживать ток не более 10—20 мА, поэтому контакты термометра обычно включаются в цепь промежуточного реле, усиливающего мощность контактов. Ртутно-контактные термометры выпускают с постоянно впаянными контактами (типа ТК-1, ТК-2, ТК-3, ТК-4, ТК-5) и с магнитной перестановкой контактов (типа ТК-6, ТК-8).

Термометр на требуемую температуру настраивают магнитным приспособлением, которое вращают, тем самым поднимают или опускают подвижный проволоочный контакт.

В манометрических температурных реле в качестве чувствительного элемента используется легкоиспаряющаяся жидкость или газ, например фреон, углекислота, эфир, азот и т. д., помещенные в замкнутый сосуд. При нагреве давление в сосуде повышается и он расширяется, приводя в действие подвижный контакт. Если к сосуду присоединить капиллярную трубку с термобаллоном, заполненным жидкостью или газом, и поместить его в контро-

Температурные реле и датчики

**Т а б л и ц а 39. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЛЕ И ДАТЧИКОВ (НАПРЯЖЕНИЕ 220 В)**

Датчики и температурные реле	Температура, °С	Допустимый ток, А	Регулируемая среда
1	2	3	4
Контактные термометры типа ТК (напряжение 24 В)	0—100	0,01—0,02	Газообразная, жидкая
Регулятор температуры типа РТ-049, РТ-049Т (термопреобразователи ТСП, ТСМ)	— 50—100 0—100 0—150 0—40 50—200 0—20 0—40	0,005—2	То же
Датчик реле ДТКБ	— 30—0 — 10—10 0—30 20—50	2	Неагрессивная газообразная
Датчики реле температуры: ТР-ОМ5-02 ТР-ОМ5-03 ТР-ОМ5-04 ТР-ОМ5-06	— 30—10 5—35 30—60 55—85	0,5—2	Вода, масло
Регуляторы температуры полупроводниковые: ПТР-2-02; ПТР-3-02; ПТР-П-02	— 30—5	2	Жидкая, газо- образная
ПТР-2-03; ПТР-3-03; ПТР-П-03	— 10—15		
ПТР-2-04; ПТР-3-04; ПТР-П-04	5—35		
ПТР-2-05; ПТР-3-05; ПТР-П-05	30—60		
ПТР-2-06; ПТР-3-06; ПТР-П-06	50—100		

Средства управления и автоматизации

Продолжение

1	2	3	4
Устройство терморегулирующее ТУДЭ-1-12	— 60—40 0—40 0—100 30—100	10	Жидкая, газообразная
Датчик реле биметаллический типа ТБ-ЭЗК	0—45	0,5	Воздушная
Регулятор температуры типа ТЭ (с терморезистором ТСМ)	— 40—0 — 20—20 0—40 20—60 60—100		
Регулятор температуры типа РТ-2	— 30—0 — 10—20 5—85 30—60 0—100	2	Жидкая, газообразная

лируемую среду, то получим дистанционное температурное реле. К манометрическим температурным реле относятся реле типа ТР.

Биметаллические температурные датчики реле имеют чувствительный элемент в виде биметаллической пластины или спирали, которая состоит из двух металлов с разным тепловым расширением. При повышении температуры конец пластины или спирали поворачивается и размыкает (или замыкает) контакты. К биметаллическим температурным датчикам реле относятся реле типа ТБ-ЭЗК, ДТКМ и др.

Действие полупроводниковых температурных реле (терморегуляторы ПТР-2, ПТР-3 и ПТР-П) основано на использовании зависимости сопротивления полупроводников от температуры. Полупроводниковые терморезисторы компактны, их можно по-

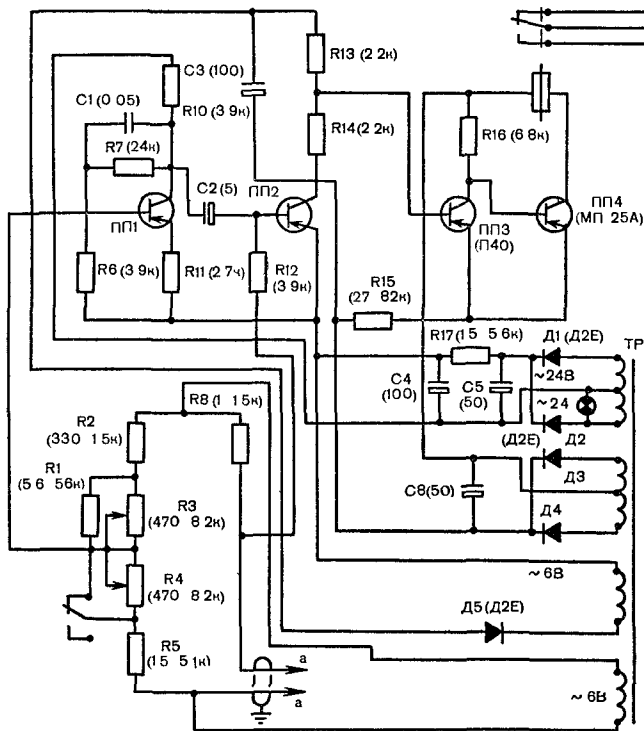
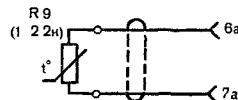


Рис. 12.
Электрическая
схема
терморегулятора
ПТР-2:

ПР—предохранитель, **ТР**—
трансформатор, **Д1**—
Д5—диоды, **С1**—**С6**—
конденсаторы, **ПП1**—
ПП4—транзисторы, **Р1**—
Р2—резисторы, **Р**—реле

Ном- танты	Цель
3а	Исполнительный механизм
3б	Исполнительный механизм
2б	Исполнительный механизм
1а	220В 50Гц 127В
1б	127В 50Гц
2а	220В 50Гц
6а	термосистема
7а	термосистема



местить в любую труднодоступную точку, откуда нужно получить сигнал о температуре объекта.

Терморезистор включают в плечо измерительного моста переменного тока. Если температура регулируемого объекта равна температуре, установленной на шкале прибора, мост сбалансирован и сигнал на выходе моста равен нулю.

При отклонении температуры объекта от заданного значения мост (рис. 12) разбалансируется и на выходе его появится сигнал, величина которого пропорциональна величине отклонения температуры, а фаза зависит от знака изменения величины сигнала. Потенциометром R3 меняют точку баланса моста. Сопротивлениями R1 и R2 устанавливают требуемое значение шкалы температуры.

Переменное сопротивление R4 позволяет устанавливать необходимую величину дифференциала. При замкнутых контактах реле сопротивление R4 закорочено и прибор срабатывает при температуре t_1 . При срабатывании реле прибора контакты размыкаются, в плечо моста включается сопротивление R4 и прибор (момент баланса моста) отключается при температуре t_2 .

Разность $t_1 - t_2$ (дифференциал) зависит от величины введенного сопротивления. Сигнал с измерительной диагонали моста поступает на вход первого каскада усилителя, собранного по схеме с общим эмиттером и имеющего последовательную (R11) и параллельную (C1, R7) обратную связь. Усиленный сигнал разбаланса подается на базу триода ПП2 фазочувствительного каскада (ФЧК), который питается выпрямлением однополупериодным напряжением. Когда фаза питающего напряжения совпадет с фазой напряжения сигнала, триод ПП2 открывается и конденсатор C3 заряжается до напряжения источника питания. При этом на выходе ФЧК появляется выпрямленное напряжение, пропорциональное сигналу разбаланса.

Если фаза сигнала не совпадает с фазой опорного напряжения или сигнал равен нулю, то триод закрыт, так как при наличии коллекторного напряжения на базе триода действует положитель-

ное напряжение. При этом напряжение на конденсаторе СЗ равно нулю. ФЧК управляет работой порогового устройства, собранного по схеме триггера Шмидта. Если напряжение на конденсаторе СЗ равно нулю, то первый триод триггера ППЗ закрыт, при этом триод ПП4 открыт высоким отрицательным напряжением на коллекторе триода ППЗ, обмотка реле находится под током, его замыкающие контакты замкнуты. При изменении знака разбаланса конденсатор СЗ заряжается. Напряжение на конденсаторе СЗ прикладывается отрицательным полюсом к базе триода ППЗ. При этом в базовой цепи триода ППЗ появляется ток, отпирающий его, потенциал базы триода ПП4 повышается, триод ПП4 запирается, реле обесточивается и размыкает свои контакты.

Меняя сопротивление обратной связи триггера R15, можно регулировать величину минимального дифференциала, причем с увеличением R15 величина минимального дифференциала увеличивается, и наоборот.

Терморегуляторы типа ПТР-2, ПТР-3 и ПТР-П выпускаются в четырех модификациях в зависимости от диапазона регулируемых температур: ПТР-2-02 — от -30 до -5°C ; ПТР-2-03 — от -10 до 15°C ; ПТР-2-04 от 5 до 35°C и ПТР-2-05 — от 30 до 60°C .

ДАТЧИКИ УРОВНЯ, ВЛАЖНОСТИ И ДАВЛЕНИЯ

Датчики уровня. В сельскохозяйственном производстве получили распространение датчики мембранные (типа МДУ), плавковые (типа ДПЭ) и электродные (типа ЭРСУ-3).

Мембранные датчики уровня используют для контроля уровня зерна в бункерах. Датчик устанавливают в бункере на определенном уровне, чтобы слой зерна создавал необходимое давление на мембрану. Мембранный датчик уровня типа МДУ-2с имеет массу не более 0,6 кг, габаритные размеры — 116×72 мм.

Уровень воды или других жидкостей контролируют с помощью поплавковых реле типа ДПЭ-2, ДРУ-2 и РУС-3, уровень сыпучих и жидких сред — электродными сигнализаторами типа ЭРСУ-2, ЕУС-11, действие которых основано на изменении электропроводности или емкости между электродами.

Датчики влажности. В сельском хозяйстве применяют психометрические, гигроскопические и полупроводниковые датчики влажности.

Психометрический датчик влажности состоит из термометра сопротивления с магнитной регулировкой. При изменении испарения воздуха в зависимости от относительной влажности температура термометра, смачиваемого жидкостью, меняется. Это приводит к замыканию контактов и включению полупроводникового прибора и исполнительного механизма. Датчик влажности типа РВ-40-414 применяют в инкубаторах для регулирования влажности воздуха в пределах 40—70 %.

В *гигроскопическом* датчике влажности типа ВДК в качестве чувствительного элемента использованы волосяные нити. Изменение длины волосяных нитей в зависимости от влажности воздуха передается на контакты через рычажный механизм. Пределы регулирования влажности воздуха — от 30 до 90 %.

Полупроводниковые регуляторы относительной влажности воздуха типа ВЧ-536У, СПР-2 и СПР-3 используют для стабилизации относительной влажности в пределах 40—100 % в животноводческих и птицеводческих помещениях, зернохранилищах, теплицах, в других помещениях.

Датчики давления. Давление жидкости и газообразных сред контролируют различными устройствами мембранного, поршневого и сильфонного типа (табл. 40). В датчике типа РД жидкость воздействует на мембрану, деформация которой передается контакту. Пределы настройки регулируют сменными пружинами.

В датчике поршневого типа РД-70 в качестве чувствительного

**Таблица 40. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ**

Тип	Пределы давления, МПа	Допустимый ток, А	Напряжение, В	Регулируемая среда
РД-1М	0,05—0,4	1,0	127; 220	Жидкая, газообразная
РД-2М	0,5—1,1			
РД-1-01	— 0,03—0,4		127; 220; 380	
РД-2-03	0,7—1,9			
РД-1-ОМ	— 0,03—0,4	1,0	127; 220; 380	Воздух, вода, масло и аммиак
	— 0,07—0,4			
	0,1—1,0			
	0,7—1,9			
	1—3			
	2—6			
РДК-3	0—2,5	0,5	380	Жидкость
ЭКМ-1	0,1—1,6	0,03	380	Воздух
СПДМ-100	0—10	2	220	»
Д210-11	— 0,4—0,25	1	220; 380	Газообразная, пар, жидкость
	0,2—0,8			
	0,5—2			
РД-70	0,4—4	1	220	Жидкость, воздух

элемента используется цилиндр с поршнем. Пределы давления также регулируют сменными пружинами.

В сильфонных датчиках давления типа РДК-3 действие реле основано на преобразовании давления, приложенного к сильфону, с которым связаны рычаги, замыкающие и размыкающие контакты. Изменяя натяжение пружины, регулируют пределы срабатывания реле.

ФОТОРЕЛЕ

Фотореле применяют для включения и отключения уличного освещения, а также для управления дополнительным освещением на птицефабриках и теплицах. Использование фотореле позволяет в ряде случаев экономить до 30 % электроэнергии. Наиболее распространены фотореле на фоторезисторах. Принципиальная схема фотореле типа ФР-1 приведена на рисунке 13.

В дневное время сопротивление фоторезистора ФР (фотодатчика) мало, ток в цепи катушки Р1 поляризованного реле типа РП-7 больше тока срабатывания и оно включено, а реле Р2 отключено. В вечернее время (при освещенности 5 лк) сопротивление фотодатчика возрастает, реле Р2 включается, контакты включают магнитный пускатель МП и включаются цепи освещения. Кроме фотореле ФР-1, промышленность выпускает фотореле ФРМ-62А, автомат управления освещением АО и другие автоматические устройства, которые работают от сети напряжением 220 В.

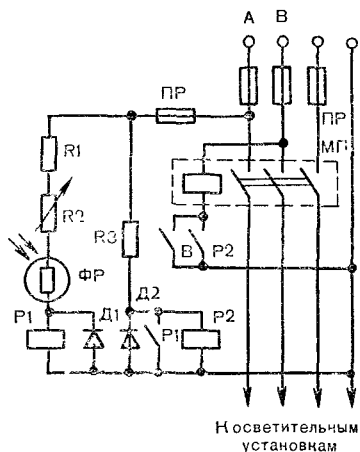


Рис. 13. Электрическая схема фотореле ФР-1:

ПР — предохранители; МП — магнитный пускатель; В — выключатель; Р1 — Р3 — резисторы; Р1, Р2 — реле; Д1, Д2 — диоды; ФР — фоторезистор

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Устройства защитного отключения РУД-022, РУД-024 и ЗОУП-25 контролируют состояние изоляции по току утечки. Ток утечки ограничивается пожаробезопасной величиной 10—20 мА. Для бытовых условий уставка принимается 10 мА, а для производственных — 20 мА (при этом необходимо учитывать возможное увеличение тока с коэффициентом 1,25). Датчиком контроля тока утечки на землю для сетей с глухозаземленной нейтралью является дифференциальный трансформатор тока (ДДТ), который реагирует на разность токов нулевой последовательности, появляющихся в нулевом проводе при замыкании на землю.

Несимметрия напряжения на работу устройства не влияет, так как ток нулевого провода входит в общую сумму токов. При появлении разности токов нулевой последовательности во второй обмотке дифференциального трансформатора индуцируется напряжение, которое затем усиливается и посредством контактов промежуточного реле отключает катушку расцепителя автомата или магнитного пускателя.

Устройство защитного отключения РУД-022 применяют в бытовых электроустановках, а РУД-024 — в производственных. Эти защитные устройства — самостоятельные командные аппараты.

В качестве исполнительных органов используют любой коммутационный аппарат с катушкой дистанционного управления.

Защитно-отключающее устройство ЗОУП-25 предназначено для коммутации электрических трехфазных цепей напряжением 380 В с силой тока 25 А.

В качестве исполнительного органа используют магнитный пускатель типа ПМЕ-211.

Число и место установки защитно-отключающих устройств

в электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью определяют с учетом количества электродвигателей привода поточных линий и схемой распределения электроэнергии.

На установках, находящихся в тяжелых эксплуатационных условиях, таких, как наружные транспортеры, электродвигатели, мобильные машины, целесообразно монтировать защитно-отключающие устройства на каждой установке.

На фермах рекомендуется групповая защита электроустановок — ориентировочно один аппарат на три-четыре электродвигателя.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для изоляции элементов электрической цепи используют материалы, имеющие большое электрическое сопротивление, различающиеся по электрическому сопротивлению, электрической и механической прочности, нагревостойкости и др. (табл. 41). Основные характеристики электроизоляционных лент и поливинилхлоридных трубок приведены в таблицах 42, 43.

Таблица 41. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материал	Плотность, г/см ³	Диэлектри- ческая проница- емость при 20°С	Пробив- ная проч- ность, кВ/см	Допусти- мая рабо- чая темпе- ратура, °С	Тепло- емкость, кДж/кг · К
1	2	3	4	5	6
Асбест	2,6	—	20	450	0,84
Асбоцемент	2	7	20—30	250	—
Бакелитовая смола	1,25	7,0	150—200	150	—
Битумы	1	3,0	250	18—90	2,1
Бумага	0,7	2,5—3	80—90	90	1,5
Воздух	0,00129	1,0006	30	—	1,0
Гетинакс	1,35	7	150—230	150	—
Дерево	0,6—0,9	3—4	20—60	100—110	2,7
Канифоль	1,08	3,5	100—150	65	—

Электротехнические материалы

Продолжение

1	2	3	4	5	6
Карболит	1,1	6	140	120	1,93
Лакоткань	1	4—6	240—650	150	—
Мрамор	2,8	7—8	5—10	100	0,89
Мягкая резина	1,7—2	2—8	150—250	50	—
Парафин	0,9—0,93	2,25	200	50	2,5
Полихлорвинил	1,3	4,7	100—200	65	—
Слюда (мусковит)	2,8	6,7	1000	500	0,8
Совол	1,55	5,1	150—280	150	—
Стекло	2,6—6	7,5—5,3	100—150	—	0,83
Трансформаторное масло	0,89	2,2	70—120	95	1,88
Текстолит	1,3—1,8	—	125—180	180	—
Фарфор	2,4	5,5—6	100—200	—	1,04
Шеллак	1	3,1	120—240	80	—
Шифер	2,8	6	6—10	200	0,8
Эбонит	1,4	3,2	350	50	2,4
Электрокартон	0,9—1,5	3	90—130	90	—

Трубки электроизоляционные лакированные выпускаются с нижеследующими внутренним диаметром и толщиной стенок, мм:

внутренний диаметр	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
толщина стенки	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6

Стальные водогазопроводные трубы (табл. 44) используют в сырых, особо сырых, с химически активной средой, взрывоопасных, а также и невзрывоопасных наружных установках. Применение электросварных (тонкостенных) труб в указанных помещениях, а также для прокладки в грунте не допускается.

Пластмассовые трубы используют вместо стальных труб в сухих, влажных, сырых, особо сырых и пыльных помещениях, а также в помещениях с химически активной средой для скры-

Электроизоляционные материалы

Таблица 42. ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ЛЕНТЫ

Тип	Толщина, мм	Ширина, мм
Поливинилхлоридная*	$0,20 \pm 0,05$	$15 \pm 2,0$
		$20 \pm 3,0$
		$30 \pm 3,0$
		$50 \pm 3,0$
	$0,30 \pm 0,05$	$20 \pm 3,0$
Прорезиненная**	$0,40 \pm 0,05$	$30 \pm 3,0$
		$50 \pm 3,5$
	$0,25-0,35$	10 ± 1
		15 ± 1
		20 ± 1
		25 ± 2
		30 ± 2
		40 ± 2
		50 ± 2

* Поставляется в рулонах с наружным диаметром 85 ± 15 мм.

** Поставляется в кругах. Длина ленты в круге 55—85 м.

Таблица 43. ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫЕ ТРУБКИ

Тип	Толщина, стенки, мм	Масса 1000 м, кг	Тип	Толщина, стенки, мм	Масса 1000 м, кг
ХВТ-3*	0,3—0,5	8,0	ХВТ-14	0,6—0,8	72
ХВТ-5	0,5—0,8	21	ХВТ-16	0,8—1,0	76
ХВТ-6	0,5—0,8	25	ХВТ-18	0,8—1,0	84
ХВТ-8	0,5—0,8	36	ХВТ-20	1,0—1,3	90
ХВТ-10	0,6—0,8	50	ХВТ-22	1,0—1,3	100
ХВТ-12	0,6—0,8	62			

* Цифра означает внутренний диаметр трубки.

Таблица 44. СТАЛЬНЫЕ ТРУБЫ

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Условный проход, мм	Масса 1 м, кг
Легкие водогазопроводные (газовые) трубы			
21,3	2,5	15	1,16
26,8	2,5	20	1,50
33,5	2,8	25	2,12
42,3	2,8	32	2,73
48,0	3,0	40	3,33
60,0	3,0	50	4,22
75,5	3,2	70	5,71
88,5	3,5	80	7,34
Обыкновенные водогазопроводные (газовые) трубы			
21,3	2,8	15	1,28
26,8	2,8	20	1,66
33,5	3,2	25	2,39
42,3	3,2	32	3,09
48,0	3,5	40	3,84
60,0	3,5	50	4,88
75,5	4,0	70	7,05
88,5	4,0	80	8,34
Электросварные трубы для соединения на накатной резьбе			
20,0	1,6	—	0,72
26,0	1,8	—	1,07
32,0	2,0	—	1,48
47,0	2,0	—	2,21
59,0	2,0	—	2,82

тых и открытых проводок. Применять эти трубы во взрыво- и пожароопасных помещениях запрещается. Основные их характеристики приведены в таблицах 45—48.

Металлорукава применяют для механической защиты проводов, прокладываемых по конструкциям передвижных и стационарных агрегатов и механизмов.

Электроизоляционные материалы

Таблица 45. ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ

Наружный диаметр, мм	Тип			
	легкий		средний	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
20	2,0	0,14	2,0	0,14
25	2,0	0,14	2,0	0,15
32	2,0	0,16	2,0	0,19
40	2,0	0,24	2,3	0,27
50	2,0	0,30	2,8	0,41
63	2,0	0,39	3,6	0,66
75	2,4	0,55	4,3	0,94
90	2,8	0,77	5,1	1,33

Таблица 46. ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ

Наружный диаметр, мм	Тип							
	легкий		среднелегкий		средний		тяжелый	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Низкой плотности высокого давления

10	—	—	—	—	—	—	2,0	0,05
12	—	—	—	—	—	—	2,0	0,062
16	—	—	—	—	2,0	0,088	2,7	0,111
20	—	—	—	—	2,0	0,113	3,3	0,170
25	—	—	2,0	0,145	2,7	0,187	4,2	0,267
32	2,0	0,189	2,4	0,221	3,4	0,301	5,3	0,432
40	2,0	0,240	3,0	0,345	4,3	0,473	6,7	0,677
50	2,4	0,359	3,7	0,531	5,4	0,738	8,3	1,050

Электротехнические материалы

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
63	3,0	0,561	4,7	0,845	6,7	1,150	10,5	1,660
75	3,6	0,797	5,6	1,200	8,0	1,630	12,5	2,360
90	4,3	1,140	6,7	1,710	9,6	2,350	15,0	3,400
Высокой плотности низкого давления								
10	—	—	—	—	—	—	2,0	0,051
12	—	—	—	—	—	—	2,0	0,064
16	—	—	—	—	—	—	2,0	0,091
20	—	—	—	—	—	—	2,0	0,117
25	—	—	—	—	2	0,150	2,3	0,169
32	—	—	—	—	2	0,196	2,9	0,271
40	—	—	2	0,248	2,3	0,286	3,6	0,418
50	—	—	2	0,314	2,8	0,427	4,5	0,651
63	2	0,478	2,5	0,494	3,6	0,684	5,7	1,030
75	2	0,627	2,9	0,675	4,3	0,971	6,8	1,470
90	2,2	0,935	3,5	0,977	5,1	1,380	8,2	2,110

Таблица 47. ВИНИПЛАСТОВЫЕ ТРУБЫ

Наружный диаметр, мм	Тип							
	легкий		среднелегкий		средний		тяжелый	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	—	—	—	—	—	—	1,0	0,045
12	—	—	—	—	—	—	1,0	0,055
16	—	—	—	—	—	—	1,2	0,087
20	—	—	—	—	—	—	1,5	0,135

Электроизоляционные материалы

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	—	—	—	—	1,5	0,17	1,9	0,21
32	—	—	—	—	1,8	0,26	2,4	0,34
40	—	—	1,8	0,33	2,0	0,37	3,0	0,52
50	—	—	1,8	0,42	2,4	0,55	3,7	0,80
63	—	—	1,9	0,56	3,0	0,85	4,7	0,78
75	1,8	0,64	2,2	0,76	3,6	1,21	5,6	1,81
90	1,8	0,77	2,7	1,12	4,3	1,74	6,7	2,60

Таблица 48. МЕТАЛЛОПУКАВА

Диаметр, мм		Минимальный радиус изгиба, мм	Условный проход, мм	Масса, г, кг
минимальный внутренний	максимальный наружный			
1	2	3	4	5
РЗ-Ц, РЗ-Ц-Х, РЗ-Ц-А, РЗ-Ц-Ш, РЗ-Ц-Х-Ш, РЗ-Ц-А-Ш				
13,9	18,9	100	15	0,26
16,9	21,9	100	18	0,31
18,7	27,0	100	20	0,35
20,7	26,0	130	22	0,44
23,7	30,8	130	25	0,65
30,4	38,0	250	32	0,82
36,4	44,0	250	38	0,95
46,5	48,7	250	50	1,40
56,5	70,3	300	60	1,55
РЗ-Н, РЗ-Н-Х, РЗ-Н-П, РЗ-Н-А-Ш				
13,9	19,9	100	15	0,40
16,9	22,9	100	18	0,50
18,7	25,1	100	20	0,55
20,7	27,7	130	22	0,60
23,7	30,7	130	25	0,65

Электротехнические материалы

Продолжение

1	2	3	4	5
30,4	38,0	250	32	0,80
36,4	44,0	250	38	0,95
41,5	49,5	300	42	1,20
46,5	58,7	300	50	1,40
56,5	68,7	300	60	1,70

РЗ-АЛ-Х, РЗ-АЛ-Х-Л, РЗ-АЛ-Х-Ш, РЗ-АЛ-Х-Л-Ш

14,5	19,2	85	15	0,13
16,9	22,3	100	18	0,15
20,7	27,0	120	22	0,17
23,7	30,0	120	25	0,19
25,7	32,0	120	27	0,22

ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОВОДА

Проводниковые материалы можно подразделить на две группы. Одну группу используют для передачи электрической энергии (провода, кабели, шнуры), а другую — для изготовления осветительных и нагревательных приборов (нагревательные элементы, лампы накаливания). Основные характеристики этих материалов приведены в таблицах 49—52.

Длительно допустимые токовые нагрузки на провода и шнуры с медными и алюминиевыми жилами с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией даны в таблице 53, на провода в металлических оболочках и на кабели с медными и алюминиевыми жилами — в таблице 54.

Проводниковые материалы и провода

Таблица 49. ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Материал	Плотность, г/см ³	Удельное электрическое сопротивление при 20°C, 10 ⁻⁶ Ом · м	Темпера- тура плав- ления, °C	Прочность на разрыв, МПа	Тепло- емкость, кДж/кг · К
Алюминий	2,7	0,028	657	150	0,92
Альдрей	2,7	0,029	1100	380	—
Бронза	8,80—8,9	0,092	1020	650	—
Вода	1,0	100 000 000	—	—	4,19
Вольфрам	19,32	0,055	3400	2000— 4000	0,14
Железо	7,8	0,1	1539	210	0,46
Графит	1,6	1,26	—	—	0,75
Констант	8,9	0,5	1270	650	0,42
Латунь	8,6	0,07	940	600	0,4
Магний	1,74	0,0427	651	100	1,1
Манганин	8,14	0,4—0,48	960	420	0,41
Молибден	10,2	0,05	2600	800— 2000	0,28
Медь	8,89	0,0172	1083	400	0,38
Никелин	8,9	0,42	1060	530	0,46
Никель	8,8	0,07	1425	650	0,5
Нихром	8,2	1,1	1360	840	—
Олово	7,31	0,12	232	40	0,23
Платина	21,4	0,1	1770	300	0,14
Ртуть	13,54	0,952	—38,9	—	0,13
Свинец	11,35	0,222	327,4	14	0,12
Серебро	10,5	0,016	960	230	0,25
Сталь	7,9	0,12	1470	700— 1750	0,5
Сталь нержавеющая	7,9	0,71	1420	700— 1750	—
Фехраль	7,6	1,2—1,4	1450	700	—
Хромаль		1,35	1500	800	—
Цинк	7,0	0,06	422	200	0,4
Чугун	7,2—7,6	0,45	1200	200	0,54

**Таблица 50. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ, ШНУРОВ, КАБЕЛЕЙ**

Провод, шнур, кабель	Марка	Номинальное напряжение, В	Пределы сечения, мм ²	Область применения
1	2	3	4	5
Провода:				
с алюминиевыми жилами, с резиновой изоляцией, в пропитанной оплетке	АПРТО; ПРТО (с медной жилой)	660	Одножильный 2,5—400; многожильный 2,5—120 (0,75—120)	В сухих и сырых помещениях, в негорючих трубах
	АПР	660	Одножильный 2,5—400	То же
с медными жилами, с резиновой изоляцией, в пропитанной оплетке	ПР	660	Одножильный 1—400	Для прокладки воздушных вводов в трубах внутри помещений
с медными жилами, с резиновой изоляцией, гибкий, в пропитанной оплетке	ПРГ	660	Одножильный 0,75—400 1,5—185	Для монтажа вторичных цепей, когда требуется гибкость
медный, с резиновой изоляцией, в непропитанной оплетке (шнуроподобный)	ПРД; ДПРГ (гибкий)	380 380	Одножильный 0,5—6 0,5—10	То же
с медными жилами, с резиновой изоляцией, в защитной оплетке из стальной проволоки (панцирный)	ПРП; ПРШП (шланговый)	660	Одно-, двух-, трехжильный 1—95; четырёхжильный 1—35	В пустотных каналах негорючих строительных конструкций, на открытом воздухе, где требуется механическая защита

Проводниковые материалы и провода

Продолжение

1	2	3	4	5
с медными жилами, с полихлорвиниловой изоляцией, с разделительным основанием то же, но с алюминиевыми жилами	ППВ; ППГВ (гибкий) АППВ	380 380	Двух- и трех- жильные 0,75—4 То же, 2,5—6	Для силовых осветительных цепей неподвижных открытых проводок То же
установочный, с медной жилой, с поливинилхлоридной изоляцией	ПВ; ПГВ (гибкий)	380, 660	Одножильный 0,75—95	Для монтажа вторичных цепей, когда требуется гибкость; ПГВ — при повышенной гибкости
с алюминиевой жилой, с негорючей резиновой оболочкой	АПРН; ПРН (с медной жилой) ПРНГ (с медной жилой, гибкий)	660	Одножильный 2,5—120	В сухих и сырых помещениях и на открытом воздухе; ПРНГ — где требуется гибкость при соединении подвижных частей электрических машин
установочный, с алюминиевыми жилами, с нейритовой резиновой изоляцией	АПН	600	Одно-, двух-, трех- жильный 2,5—6	Для монтажа вторичных цепей осветительных и силовых сетей, прокладки в трубах и по несгораемым строительным конструкциям
установочный, с алюминиевыми жилами, с поливинилхлоридной изоляцией	АПВ	380, 660	2,5—120	То же
с медной жилой, с резиновой изоляцией,	ПРВ	660	0,75—6	Для монтажа вторичных цепей осве-

1	2	3	4	5
в поливинилхлоридной оболочке				тительных и силовых сетей; прокладки в трубах и по несгораемым строительным конструкциям То же
	АПРВ (с алюминированной жилой)		2,5—7	
с алюминиевыми жилами, с нераспространяющей горение резиновой изоляцией, с разделительным основанием	АППР	660	Одно- и много- жильный 2,5—10	В производственных помещениях для неподвижной прокладки на деревянных поверхностях
с медными жилами, с резиновой изоляцией, в фальцованной оболочке из АМЦ	ПРФ; ПРФЛ (в латунной оболочке)	660	Одно-, двух-, трех- жильный 1,0—4,0	В сухих и пыльных пожароопасных помещениях для прокладки непосредственно по поверхности стен и потолков То же
с алюминиевыми жилами, с резиновой изоляцией, в фальцованной оболочке из АМЦ	АПРФ	660	Двух- и трех- жильный 2,5—4	
с медной жилой, в не- пропитанной оплетке из хлопчатобумажной ткани	ПР; ПРД (двух- жиль- ный)	660	Одножиль- ный 0,5—0,75	Для зарядки осветительной арматуры
с алюминиевыми жилами, с резиновой изоля-	АРТ	660	Двухжиль- ный	Для прокладки внутри помещений

Проводниковые материалы и провода

Продолжение

1	2	3	4	5
цией, со стальным несущим тросом			2,5—4, трехжильный 4—6, четырехжильный 4—35	при необходимости повышенной механической прочности
то же, с поливинилхлоридной изоляцией	АВТ	380	То же	Для наружной прокладки внутри помещений
с медной жилой, с поливинилхлоридной изоляцией	АВТВ; АВТВУ	380 380	Четырехжильный 4—16	Для прокладки внутри помещений с несущим тросом (АВТВУ с усиленным тросом)
с медными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией, плоский, без разделительного основания	ППВС	380	Двух- и трехжильный 0,75—4	Для скрытой проводки под штукатуркой и в трубах
то же, но с алюминиевой жилой	АППВС	380	Двух- и трехжильный 2,5—6	То же
с медной жилой, с изоляцией из самозатухающего полиэтилена	ПП	500	Одножильный 0,75—10	Для монтажа вторичных цепей
с медной жилой, теплоустойчивый, с резиновой изоляцией на основе кремнийорганического каучука	ПРКС	380	Одножильный 0,75—2,5	Для осветительной арматуры
нагревательный, со стальной жилой, с полиэтиленовой изоляцией	ПОСХП	250	1,1	Для обогрева полов, плит и панелей. Для заделки в бетон или штукатурку

1	2	3	4	5
нагревательный, со стальной жилой, с поли- винилхлоридной изоля- цией (рабочая темпе- ратура 70°С)	ПОСХВ	250	1,1	Для обогрева по- лов, плит и пане- лей. Для заделки в бетон или штука- турку
то же, с теплостойкой поливинилхлоридной изоляцией (рабочая температура 105°С)	ПОСХВТ	250	1,4	То же
с медной жилой, с ре- зиновой изоляцией, в резиновой оболочке, в оплетке из стальных оцинкованных прово- лок	ПРП	550	Одно-, двух-, трехжиль- ный 4—10	На механизмах и станках
	ПРРП	660	много- жильный 1—2,5	
установочный, гибкий, с поливинилхлоридной изоляцией	УВГ	380	Одножиль- ный 1,5—2,5	Для монтажа вто- ричных цепей
то же, особо гибкий	УВОГ	300	Одножиль- ный 1,5—6	То же
Шнуры:				
с медными жилами, с резиновой изоляцией, в непропитанной оплет- ке из хлопчатобумаж- ной пряжи	ШР	380	Двухжиль- ный 0,5—1,5	Для осветительных комнатных прово- док
с резиновой изоляци- ей, переносной, легкий	ШРПЛ	380	Двухжиль- ный 0,5—1,5	Для переносных бытовых приборов
с резиновой изоляци- ей, переносной, сред- ний	ШРПС	380	Двух-, трех- жильный 0,75—1,5	То же

1	2	3	4	5
соединительный, гибкий, с поливинилхлоридной изоляцией	ШВПС	380	0,5—0,75	Для монтажа вторичных цепей и бытовых приборов
Кабели: силовой, с алюминиевыми жилами, с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой; с медной жилой	АВВГ; ВВГ	660	Одно-, четырех- жильный 2,5—5,0	В каналах, в помещениях по неподвижным механизмам, в трубах, на тросах
с алюминиевыми жилами, в поливинилхлоридной оболочке	АВРГ	660	Одно-, двух-, трех- жильный 4,0—300	То же
с алюминиевыми жилами, в резиновой маслостойкой и негорючей оболочке; с медной жилой	АНРГ; НРГ	660	То же	В туннелях, каналах и помещениях
силовой, с алюминиевыми жилами, с полиэтиленовой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	АПВГ	660	Одно-, четырех- жильный 2,5—5,0	В траншеях
с алюминиевыми жилами, в свинцовой оболочке, небронированный	АСРГ	660	Одно-, двух-, трех- жильный 2,5—300	Открыто, в помещениях по неподвижным конструкциям, на тросах
с алюминиевыми жилами; в свинцовой оболочке	АСРБГ; АСРБ	660	Двух-, трехжильный 2,5—240	В траншеях
с алюминиевыми жилами, в поливинилхлоридной оболочке	АВРБ	660	То же	То же
с алюминиевыми жилами	АНРБ	660	Двух-,	»

1	2	3	4	5
ми, с резиновой масло-стойкой изоляцией, не распространяющей горения			трехжиль-ный 2,5—240	
силовой, с медными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой	ВВГ	660	Одно-, четырех-жильный 1,5—50	В каналах, в помеще-ниях по непо-движным конструк-циям, в трубах
с медными жилами, в поливинилхлоридной оболочке	ВРГ	660	Одно-, двух-, трех-жильный 1—240	То же
с медными жилами, в резиновой маслостой-кой и негорючей обо-лочке	НРГ	660	То же	»
силовой, с медными жилами, с полиэтиленовой изоляцией, в по-ливинилхлоридной оболочке; с алюми-ниевыми жилами	ПВГ; АПВГ	660	Одно-, четырех-жильный 1—50	В туннелях, кана-лах и помещениях
с медными жилами, в свинцовой оболочке, небронированный	СРГ		Одно-, трех-жильный	То же
переносной, гибкий, с медными жилами, с резиновой изоляци-ей, в резиновой обо-лочке	КРПТ	660	Трех-, четырех-жильный 1—35	Для гибких связей подвижных меха-низмов
сельской связи, с мед-ными жилами, с поли-этиленовой изоляцией и в оболочке, симмет-ричный (с заполнени-ем)	КСПП	660	Трех-, четырех-жильный 1—35	В туннелях и по-мещениях
то же, бронированный стальными лентами	КСППБ	660	Трех-, четырех-жильный 1—2,5	Для прокладки в каналах, траншеях

Проводниковые материалы и провода

Продолжение

1	2	3	4	5
парный, с медными жилами, с полиэтиленовой изоляцией и в оболочке	ПРППМ	660	Трех-, четырех- жильный 1—35	В туннелях, каналах, в помещениях
с медными жилами, в свинцовой оболочке	СРБГ	660	Двух-, трех- жильный 2,5—185	В каналах, в помещениях по неподвижным конструкциям, в трубах
с медными жилами, с поливинилхлоридной оболочкой	ВРБ	660	То же	То же
с медными жилами, с резиновой масло-стойкой изоляцией, не распространяющей горения	НРБ	660	»	»
с пропитанной бумажной изоляцией, в свинцовой оболочке; с алюминиевой жилой	СГ; АСГ	1000	Одножильный 10—800; двух-, трех-, четырех- жильный 6—240	В туннелях, каналах и помещениях
то же, но бронированный	СБ, СБГ; АСБ; АСБГ	1000	То же	То же
то же, плоский	СП; СПГ; АСП; АСПГ	1000	Одножильный 10—80; двух-, трех-, четырех- жильный 6—240	»
с пропитанной бумажной изоляцией, в алюминиевой оболочке	ААГ	1000	То же	»

**Таблица 51. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ОБМОТОЧНЫХ ПРОВОДОВ**

Марка	Провод	Класс нагревостойкости	Допустимая рабочая температура, °С	Диаметр изолированных проводов, мм
1	2	3	4	5
ПЭЛ	Эмалированный лаком на масляной основе	A	105	0,035; 0,040; 0,045; 0,055; 0,065; 0,07; 0,075; 0,085; 0,095
ПЭВ-1	Покрытый механически прочным слоем эмали винифлекс	A	105	0,105; 0,115; 0,12; 0,140; 0,145; 0,150; 0,155; 0,160; 0,165
ПЭВТЛ-1	Покрытый высокопрочной полиуретановой эмалью	E	120	0,17; 0,18; 0,19; 0,20; 0,21; 0,22; 0,23; 0,24; 0,25; 0,27; 0,29; 0,31; 0,33; 0,35; 0,37; 0,39; 0,42; 0,45; 0,48; 0,49; 0,51; 0,52; 0,53; 0,54; 0,56; 0,58; 0,60; 0,62; 0,64; 0,67; 0,69; 0,72; 0,74; 0,77; 0,80; 0,83; 0,86; 0,89; 0,92; 0,96; 0,99; 1,02; 1,08; 1,12; 1,16; 1,20; 1,24; 1,28; 1,33; 1,38; 1,43; 1,48; 1,53; 1,58; 1,64; 1,71; 1,77; 1,83; 1,90; 1,97; 2,04; 2,12; 2,20; 2,36; 2,54
ПЭВ-2	Покрытый механически	A	105	0,08; 0,09; 0,1; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14;

Проводниковые материалы и провода

Продолжение

1	2	3	4	5
	прочным слоем эмали вини- флекс повы- шенной тол- щины			0,15; 0,16; 0,17; 0,18; 0,19; 0,20; 0,21; 0,22; 0,23; 0,24; 0,25; 0,28; 0,30
ПЭВТЛ-2	Покрытый высокопрочной полиуретановой эмалью повы- шенной тол- щины	Е	120	0,32; 0,34; 0,36; 0,38; 0,41; 0,44; 0,47; 0,50; 0,53; 0,55; 0,58; 0,60; 0,62; 0,64; 0,66; 0,69
ПЭВТЛК	Покрытый двумя слоями высокопрочной эмали на основе полиуретано- вых и поли- амидных смол	Е	120	0,72; 0,75; 0,77; 0,8; 0,83; 0,86; 0,89; 0,92; 0,95; 0,99; 1,02; 1,05; 1,11; 1,15; 1,19; 1,23
ПЭТВ	Изолирован- ный высоко- прочной на- гревостойкой эмалью на основе поли- меров	В	130	1,27; 1,31; 1,36; 1,41; 1,46; 1,51; 1,56; 1,61; 1,67; 1,73; 1,79; 1,85; 1,93; 2,00; 2,07
ПЭТ-155	Эмалированный полиэфирным лаком	Е	155	2,14; 2,23; 2,39; 2,57

**Таблица 52. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
НЕИЗОЛИРОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ, АЛЮМИНИЕВЫХ,
СТАЛЕАЛЮМИНИЕВЫХ ПРОВОДОВ**

Провод	Число проволок и диаметр, мм (алюминий—сталь)	Расчетный диаметр про- вода, мм	Масса про- вода, кг/мм	Допустимый ток вне поме- щений, А
ПСО	1; 3	3	56	23
ПСО-3,5	1; 3,5	3,5	75	26
ПСО-4	1; 4	4	99	30
ПСО-5	1; 5	5	154	35
ПС-25	5; 2,5	6,8	194	60
ПС-35	7; 2,6	7,8	272	75
ПС-50	12; 2,3	9,2	396	90
ПС-70	19; 2,3	11,5	632	125
ПС-95	37; 1,8	12,6	754	135
А-16	7; 1,70	5,1	43	105
А-25	7; 2,13	6,4	68	135
А-35	7; 2,50	7,5	94	170
А-50	7; 3,00	9,0	135	215
А-70	7; 3,55	10,7	189	265
А-95	7; 4,10	12,3	252	320
А-120	19; 2,80	14,0	321	375
АС-10	6; 1,5—1; 1,5	4,5	43	80
АС-16	6; 1,8—1; 1,8	5,6	65	105
АС-25	6; 2,3—1; 2,3	6,9	100	130
АС-35	6; 2,8—1; 2,8	8,4	148	175
АС-50	6; 3,2—1; 3,2	9,6	194	210
АС-70	6; 3,8—1; 3,8	11,4	274	265
АС-95	6; 4,5—1; 4,5	13,5	384	330
АС-120	26; 2,4—7; 1,85	15,2	492	380

Проводниковые материалы и провода

Таблица 53. ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ
НАГРУЗКИ НА ПРОВОДА И ШНУРЫ С РЕЗИНОВОЙ
И ПОЛИХЛОРВИНИЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Сечение токо- проводящей жилы, мм ²	Токковые нагрузки на провода, А					
	проложен- ные от- крыто	проложенные в одной трубе				
		один одно- жильный	два одно- жильных	четыре одножиль- ных	один двух- жильный	один трех- жильный
0,5	11/—	—	—	—	—	—
0,75	15/—	—	—	—	—	—
1	17/—	16/—	15/—	14/—	15/—	14/—
1,5	23/—	19/—	17/—	16/—	18/—	15/—
2,5	30/24	27/20	25/19	25/19	25/19	21/16
4	41/32	38/28	35/28	30/23	32/25	27/21
6	50/39	46/36	42/32	40/30	40/31	34/26
10	80/55	70/50	60/47	50/39	55/42	50/38
16	100/80	85/60	70/60	75/55	80/60	70/55
25	140/105	115/85	100/80	90/70	100/75	85/65
35	170/130	135/100	125/90	115/85	125/95	100/75
50	215/165	185/140	170/130	150/120	160/125	135/105
70	270/220	225/175	210/165	185/150	195/150	165/135
95	330/255	275/215	255/200	225/175	245/190	225/165
120	385/295	315/245	210/220	260/200	295/230	250/190
150	440/340	360/275	330/255	—	—	—
185	510/390	—	—	—	—	—
240	605/465	—	—	—	—	—

Примечание. В числителе указаны нагрузки для медных жил, в знаменателе — для
алюминиевых.

**Таблица 54. ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ
НАГРУЗКИ НА ПРОВОДА В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКАХ
И НА КАБЕЛИ С МЕДНЫМИ И АЛЮМИНИЕВЫМИ ЖИЛАМИ**

Сечение токо- прово- дящей жилой, мм ²	Токковые нагрузки, А				
	одножильные в воздухе	двухжильные		трехжильные	
		в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
1,5	23/—	19/—	38/—	19/—	27/—
2,5	30/23	27/21	44/34	25/19	38/29
4	41/31	38/29	55/42	35/27	49/38
6	50/38	50/38	70/55	42/32	60/46
10	80/60	70/55	105/80	55/42	90/70
16	100/75	90/70	135/105	70/60	115/90
25	140/105	115/90	175/135	95/75	150/115
35	170/130	140/105	210/160	120/90	180/140
50	215/165	175/135	265/205	145/110	225/175
70	270/210	215/165	320/245	180/140	275/210
95	325/250	260/200	385/295	220/170	330/255
120	385/295	300/230	445/340	260/200	385/295
150	440/340	350/270	505/390	305/235	435/335
185	510/395	450/310	570/440	350/440	500/385
240	605/465	—	—	—	—

Примечание. В числителе указаны нагрузки для медных жил, в знаменателе — для алюминиевых.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

В сельском хозяйстве применяют источники света теплового и люминесцентного типа. К источникам теплового типа относятся лампы накаливания, вакуумные или газонаполненные (азот, аргон, криптон, ксенон или их смеси), люминесцентные лампы, свечение в которых происходит за счет облучения ультрафиолетовыми лучами — люминафора.

Светильники выбирают в зависимости от уровня освещенности рабочих зон, расхода энергии, надежности работы, срока службы источников света, а также затрат на их обслуживание.

При требуемом уровне освещенности 10—20 лк в помещениях целесообразно применять светильники сельскохозяйственного назначения НСПО, ПНП и другие с лампами накаливания. Для увеличения срока службы ламп накаливания целесообразно устанавливать тиристорные ограничители напряжения.

В последнее время большое применение находят установки люминесцентного освещения. Они имеют повышенную светотдачу на единицу электрической мощности, большой срок службы и меньшую чувствительность к колебаниям напряжения. Годовая экономия электроэнергии составляет при использовании люминесцентных ламп в течение 3600 ч 170—180 кВт·ч на 1 лк.

Для освещения животноводческих и птицеводческих помещений рекомендуется применять люминесцентные светильники специального назначения (табл. 55), схема включения которых

Применение электрической энергии

**Таблица 55. СВЕТИЛЬНИКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Наименование	Марка	Число и мощность ламп, Вт
1	2	3
Для сухих и влажных помещений		
Светильник для ламп накаливания с эмалированным отражателем подвесной	НСПО1×100/Д23 «Астра-1» НСПО1×200/Д «Астра-2»	1×100 1×200
Светильник для ламп накаливания потолочный, с рассеивателем из стекла	НПО2×60/Н-08; НПО1×100/Н-07; НПО1×150/Н-06	2×60 1×100 1×150
Светильник для ламп накаливания подвесной	НСО0-300/Р-01	1×300
Светильник с лампой ДРЛ подвесной	РСПО5	1×250; 1×400; 1×700
Светильник для двух люминесцентных ламп подвесной или потолочный	ЛД	2×40
То же	ЛД	2×80
Светильник для одной люминесцентной лампы с диффузным отражателем	ЛСПО2	2×40; 2×65; 2×80
Светильник с газоразрядной лампой ГЛВД	ССПО2-ДРИЗ	700
Лампа-светильник	ДРН3700-1	700
Для сырых и особо сырых помещений		
Светильник для ламп накаливания, уплотненный, с рассеивателем, без отражателя и защитного стекла	НСПО2-100 НСПО3-60	1×100 1×60
Светильник с диффузным отражателем подвесной	УПД-ДРЛ	1×400—700

Светотехническое оборудование

Продолжение

1	2	3
Светильник для ламп накаливания уплотненный, без отражателей подвесной	ППР-100 ППР-200	1×100 1×200
Светильник для двух ламп накаливания с рассеивателем потолочный	ПНП	2×100
Светильник для одной или двух люминесцентных ламп подвесной	ПВЛМ ПВЛМ ПВЛМ ПВЛМ	1×40; 20×40; 1×80; 2×80
Для особо сырых помещений с химически активной средой		
Светильник для ламп накаливания	НСПО1×200/Д53-02 «Астра-12»	1×200
Светильник для двух люминесцентных ламп с рассеивателем потолочный	ПВЛМ	2×80
Светильник для двух люминесцентных ламп с отражателем подвесной	ЛСП14 ЛСП15 ЛСП15	2×40 2×65 2×80
Светильник для люминесцентных ламп подвесной	ЛСХ10	2×40
Светильник для двух ламп	НОГЛ	2×80
Светильник для ламп ДРЛ подвесной, частично пылезащищенный	ГХР-250-2М ГХР-400-М	1×250 1×400
Осветительные устройства с групповым балластом для ламп ДРЛ	РОУ-15-80-001-У5; 15, 18, 30, 39 РОУ-75-80-001-У5 РОУ-12-125-001-У5; 12, 21, 27, 39, 51 РОУ-51-125-001-У5; светильников мощностью 125 Вт РОУ-6-250-001-У5	57, 76 светильников мощностью 80 Вт

1	2	3
Для наружного освещения		
Светильник для лампы накаливания	СПО-200-1-У1	1×200
То же	НСУ-04-200	1×200
Светильник с лампой ДРЛ	РКУ-01-125	1×125
Светильник с галогенной лампой	ИСУ-01-2000	1×2000
Светильник для трех ламп	СКЗЛ-3×40М	1×3×40

приведена на рисунке 14. Высота подвеса светильников 3—3,5 м.

В доильных залах, кормоцехах и ремонтных мастерских целесообразно использовать светильники повышенной мощности типа РОУ с ртутными лампами ДРЛ-250. Это позволит сократить число светоточек при достижении уровня освещенности 150—200 лк в рабочей зоне.

Для экономного использования электрической энергии осветительными установками рекомендуется применять программные реле времени типа 2РВМ, настроенные на требуемый режим работы. При этом необходимо предусматривать комбинированную работу дежурного и рабочего освещения.

На осветительных установках, обеспечивающих непрерывное освещение в ночной период, целесообразно устанавливать фотоэлектрические реле.

Для управления наружным освещением могут быть использованы фотореле ФР-1, АО при диапазоне искусственной освещенности 5—10 лк. Наиболее универсальным является фотореле ФРМ-62А, обеспечивающее автоматическое управление внутренним и наружным освещением в диапазоне 1—500 лк.

Колебания напряжения в электрических сетях сельскохозяй-

ственных потребителей ухудшают работу осветительных установок. Так, превышение напряжения на 5 % от номинального снижает срок службы ламп накаливания в среднем в 2 раза. Поэтому в осветительных установках рекомендуется применять понижающие трансформаторы и тиристорные ограничители.

Ограничение напряжения может быть достигнуто за счет включения трехфазного трансформатора типа ТС-1,5 напряжением 380/360 В по автотрансформаторной схеме.

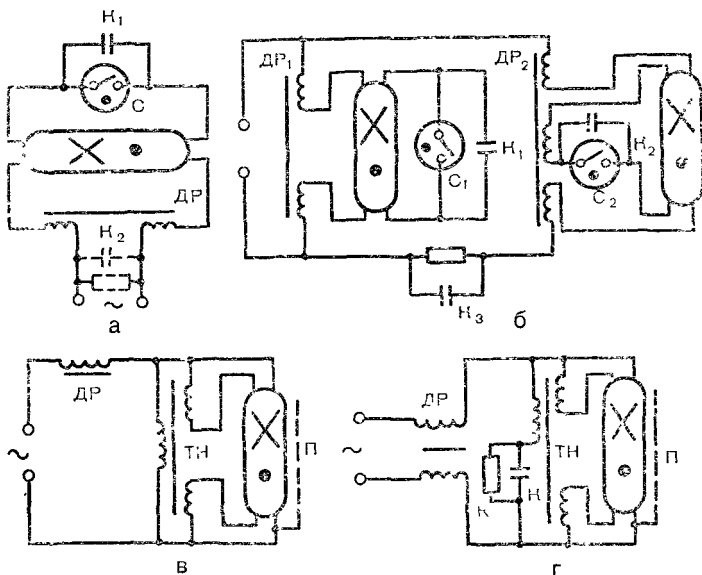


Рис. 14. Схемы включения люминесцентных ламп:

а — одноламповая стартерная; б — двухламповая стартерная; в — одноламповая бесстартерная с трансформатором накала; г — одноламповая бесстартерная; ДР, ДР₁, ДР₂ — дроссели; К₁ — К₃ — конденсаторы; С, С₁, С₂ — стартеры, ТН — трансформатор накала

Для сельскохозяйственных осветительных установок рекомендуется применять однофазные и трехфазные тиристорные ограничители, для установок светильников с лампами накаливания — универсальный тиристорный ограничитель ТОН-3/220.

**Т а б л и ц а 56. УДЕЛЬНАЯ И СРЕДНЯЯ УСТАНОВЛЕННАЯ
МОЩНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

Потребитель	Удельная мощность по наружному обмеру, Вт/м ²	Средняя установленная мощность лампы, Вт
1	2	3
Общественные здания		
Административные помещения (конторы) колхозов и совхозов	16	100
Школа	30	150
Магазин, столовая, больница	21	100
Библиотека	17	100
Гостиница (дом приезжих)	16	100
Баня	33	150
Комбинат бытового обслуживания	27	130
Детский сад и ясли	24	140
Отделение связи	27	100
Улица	2	150
Жилые дома		
Одноквартирный дом	375	100
Двухквартирный дом	750	100
Складские помещения		
Зернохранилище и овощехрани- лище	2	100
Склад минеральных удобрений	2	100
Склад оборудования и матери- алов	3	100

Светотехническое оборудование

Продолжение

1	2	3
Навес для сельскохозяйственных машин	2,5	75
Весовая	12	150
Производственные здания		
Зерноочистительный агрегат	14	150
Слесарно-механическая мастерская	12	150
Гараж	11	100
Пожарное депо	14	150
Кузница	15	150
Деревообделочная мастерская	12	150
Мельница	14	15
Животноводческие и птицеводческие постройки		
Коровник привязного содержания	5,5	100
Коровник беспривязного содержания	3,3	60
Доильная площадка	13	100
Телятники и помещения для молодняка КРС	3,7	75
Молочная и лаборатория	15	100
Родильное отделение	5,5	100
Профилакторий	7	1000
Скотный двор для откорма КРС	2,2	60
Свинарник-маточник	3,3	75
Свинарник-откормочник	2,6	75
Птичник для кур-несушек	5	75
Птичник для гусей и уток	3	75
Конюшня	2	60
Овчарня	2	60
Кормоцех	7	100
Пункт искусственного осеменения	16	150
Помещения для отдыха обслуживающего персонала	18	150

При расчете общего освещения помещений, а также при определении мощности сети или трансформаторной подстанции можно использовать данные таблицы 56.

Мощность осветительных установок ($P_{уст}$, Вт) рассчитывают по формуле

$$P_{уст} = F_n P_{уд} = \frac{F_n E}{K_d},$$

где F_n — площадь помещения по наружному обмеру, м²;

$P_{уд}$ — удельная мощность, Вт/м² (см. табл. 56);

E — норма освещенности (табл. 57), лк;

K_d — коэффициент перевода освещенности в удельную мощность (для ламп мощностью до 100 Вт $K_d = 2,0$, свыше 100 Вт $K_d = 2,5$).

**Таблица 57. НОРМЫ ОСВЕЩЕННОСТИ ДЛЯ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Помещение	Освещенность, лк	
	при лампах накаливания	при газоразрядных лампах
Коровник:		
зона содержания	30	75
зона доения	150	200
доильный зал	150	200
Телятник	50	100
Свинарник:		
маточник	30	75
откормочник	20	50
Птичник:		
напольное содержание	30	75
клетки несушек	30	75
инкубатор	30	75
сортировка яиц	30	300
Овчарня:		
зона содержания	30	75
стрижка овец	150	200

ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Для инфракрасного обогрева и ультрафиолетового облучения молодняка используют установки ИКУФ-1 (рис. 15), ИКУФ-1М, ОРИ-1, ОРИ-2, ЭО1-30М, ОЭ-2, ССПО1-250.

Установка ИКУФ-1 состоит из шкафа управления и 40 облучателей. Облучатель представляет собой жесткую коробчатую конструкцию, внутри которой по краям размещены патроны Р-27 для установки двух инфракрасных ламп ИКЗК-220-250, а между ними расположена эритемная лампа ЛЭ-15 с отражателем.

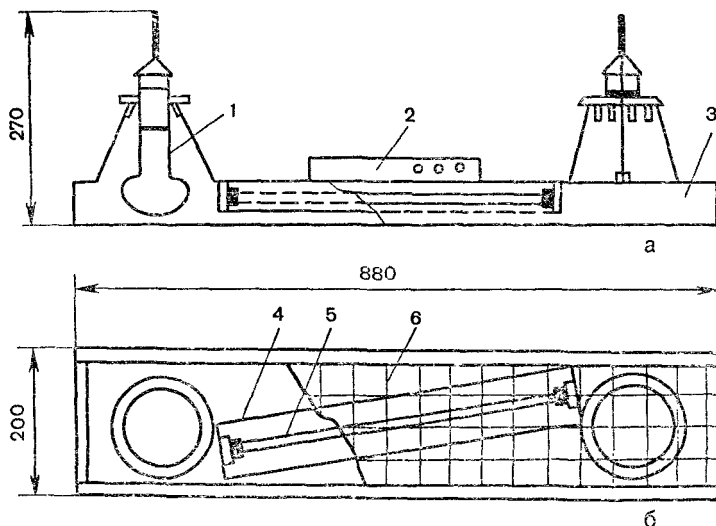


Рис. 15. Установка ИКУФ-1:

а — вид сбоку; б — вид снизу; 1 — инфракрасная лампа ИКЗК-220-250; 2 — пускорегулирующее устройство; 3 — корпус облучателя; 4 — отражатель УФ-лампы; 5 — ультрафиолетовая лампа ЛЭ-15; 6 — защитная сетка

Пускорегулирующее устройство ультрафиолетовой лампы смонтировано сверху облучателя в пылевлагозащищенном исполнении. Снизу облучатель также закрыт металлической сеткой.

В свинарниках-маточниках установки ИКУФ-1 монтируют на двух гибких или жестких подвесках, позволяющих перемещать облучатель по вертикали на 200 мм. В телятниках при боксовом содержании животных облучатели ИКУФ-1 подвешивают на трубе, приваренной к стойкам, закрепленным на полу помещения на разделительных перегородках. От одной осветительной коробки питается один облучатель.

Облучатель ССПО1-250 состоит из пластмассового корпуса и стального отражателя, покрытого силикатной эмалью. Внутри корпуса установлен фарфоровый патрон П-27 для инфракрасных ламп типа ИКЗК-250, а снизу на отражателе прикреплена сетка, предохраняющая лампу от механических повреждений.

В свинарниках-маточниках и телятниках светильники ССПО1-250 целесообразно монтировать на гибких подвесках (тросы, цепи), прикрепленных к потолочным перекрытиям или к несущим фермам совмещенных перекрытий. Подвески должны быть снабжены устройствами для регулирования высоты подвеса (крючки с кольцами, пружинные кольца и т. д.).

Технические характеристики инфракрасных и ультрафиолетовых установок приведены в таблицах 58, 59.

Облучательные установки выбирают в зависимости от вида поголовья животных, технологии их содержания и типа помещения.

В свинарниках-маточниках репродукторных ферм при фиксированном содержании свиноматок в станках типа СОИЛ-1, СОИЛ-2, ССД-2 рекомендуется применять установки ИКУФ-1, ИКУФ-1М из расчета один облучатель на два смежных станка, а установки ОРИ-1, ССПО1-250 — один облучатель на станок. При содержании свиноматок в станках типа ОСМ-60, ОСМ-120 используют инфракрасные облучатели ОРИ-1, ССПО1-250 и ультрафиолетовые облучатели ЭО1-30М, ОЭ-1 и ОЭ-2 из

**Таблица 58. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
УСТАНОВОК ИНФРАКРАСНОГО ОБОГРЕВА**

Установка	Источник излучения					
	тип	мощность, Вт	количество, шт.	напряжение, В	доза излучения, %	срок службы, ч
ИКУФ-1	ИКЗК-220-250	250	2	220	70	5 000
ИКУФ-2	ИКЗК-220-250	250	2	220	70	5 000
ССПО1-250	ИКЗК-220-250	250	1	220	70	5 000
ОРИ-1	ИКЗК-220-250	500	1	220	80	5 000
«Латвиго»	КИ-220-1000	1000	1	220	—	5 000
ЭИС-0,25И1	Трубчатый элемент нагрева	600	—	220	60	10 000
«Луч»	ИКЗК-220-250	250	2	220	70	5 000
УО-4, ОРК-2	ДРТ-400	400	1	220	—	2 500
«ЭРИКО»	ИКЗК-220-250	250	1	220	70	5 000

расчета один инфракрасный облучатель на 15—20 м² площади.

При станочном содержании 60—80 жиотных в нетиповых сиинарниках-маточниках применяют установки ИКУФ, а при меньшем количестве — ОРИ-1, ССПО1-250 и облучатель ЭО1-ЗОМ.

В телятниках-профилакториях при содержании телят до 10—20 дней и индивидуальных клетках используют установки ИКУФ-1 из расчета один облучатель на две клетки.

В телятниках при содержании жиотных в иозрасте от 10—20 дней до 4 месяцев в индивидуальных станках или боксах применяют устаноики ИКУФ-1, ИКУФ-1М из расчета один облучатель на два станка.

Необходимую продолжительность работы облучательных установок (t, ч/сут) определяют, и зависимости от иисоты подвеса, дозы облучения животных (см. табл. 60) и типа облучателей, по формуле

Таблица 59. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
УСТАНОВОК УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Установка	Источник излучения					
	тип	мощность, Вт	напряжение, В	видимый поток, лм	энергетический поток, мэр	срок службы, ч
ЭО1-30М	ЛЭ-30-1	40	220	110	750	5000
ОЭ-1, ОЭ-2	ЛЭ-30-1	40	220	110	750	5000
ИКУФ-1,	ЛЭ-15	15	127	40	300	3000
ИКУФ-1М	ЛЭО-15	15	127	650	110	5000
ОБУ1Х30	ДБ-30-1	30	220	—	—	3000
ОЭСР02	ЛБ-40	40	220	—	—	5000
ОЭСР02	ЛЭР-40	40	220	—	1600	1500
КСО-3, «ЭРИКО»	ЛЭ-30-1	30	220	110	750	5000

Таблица 60. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ

Вид и возрастная группа животных	Доза облучения за сутки, мэр · ч/м ²
Телята до 6 месяцев	120—140
Телята в возрасте более 6 месяцев	160—180
Телки и нетели	180—210
Коровы и быки	270—290
Поросята подсосные	20—25
Поросята-отъемыши	60—80
Поросята на откорме и свиноматки	80—90
Ягнята трехдневного возраста	220—240
Овцематки	245—260
Цыплята при содержании в клетках	20—25
Куры-несушки при клеточном содержании	40—50
Куры-несушки при содержании на полу	20—25

$$t = \frac{H_{\text{эп}}}{E_{\text{эп}}},$$

где $H_{\text{эп}}$ — заданная доза облучения, мэр·ч/м²;

$E_{\text{эп}}$ — облученность в точке с наилучшими условиями облучения, мэр/м².

Пример. Поросята подсосные облучаются лампой ЛЭ-30-1, подвешенной на высоте 1 м от их спины. По таблице 60 находим суточную дозу облучения 20—25 мэр·ч/м². Эритемная облученность лампы ЛЭ-30 на площади 15 м²—750:15=50 мэр/м².

Продолжительность облучения составит:

$$t = \frac{20}{50} = 0,4 \text{ ч/сут.}$$

ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫЕ УСТАНОВКИ

Электрокалориферные установки используют в разнообразных вентиляционно-отопительных системах производственных помещений. Они состоят из вентилятора, электрокалорифера и шкафа пускорегулирующей аппаратуры.

Техническая характеристика электрокалориферных установок с центробежными вентиляторами СФОЦ приведена в таблице 61.

В схеме управления и контроля (рис. 16) электрокалориферными установками СФОЦ предусмотрены регулирование мощности по температуре; блокировка и отключение нагревателей при остановке электродвигателя вентилятора, а также отключение электрокалорифера датчиком ТР-200 при превышении температуры на поверхности нагревательных элементов выше 180°С. Конструкция электрокалорифера позволяет использовать три ступени мощности: 1, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$ от установленной.

Среднюю теплопроизводительность электрокалорифера (P_{cp} , Дж) определяют по формуле

$$P_{cp} = Qvc(t_n - t_{окр}) 10^3,$$

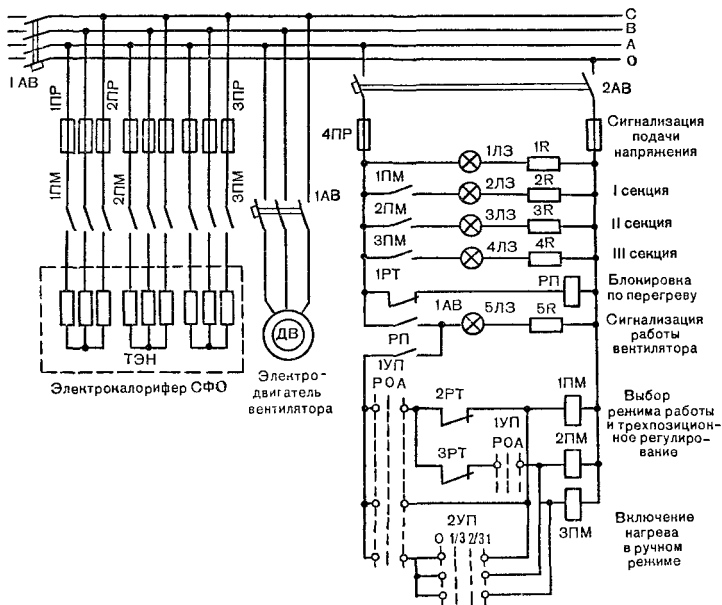


Рис. 16. Электрическая схема автоматизированного управления электрокалориферной установкой СФО:

1АВ, 2АВ — автоматические выключатели; 1ПР — 4ПР — предохранители; 1ПМ — 3ПМ — пускатели магнитные; 1РТ — 3РТ — реле температурные; 1УП, 2УП — универсальные переключатели; 1ЛЗ — 5ЛЗ — сигнальные лампы; РП — реле промежуточные

Электротермическое оборудование

где Q — объемный расход воздуха для вентиляции, $\text{м}^3/\text{с}$;
 ν — плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 C — удельная теплоемкость воздуха ($1,0 \times 10^3 \text{ Дж}/\text{кг}^\circ\text{C}$);
 $t_n, t_{\text{окр}}$ — соответственно температура в помещении и окружающего воздуха.

Объемный расход воздуха определяют, исходя из вида животных, помещения и назначения вентиляционной установки. Для ориентировочных расчетов значение ($Q, 10^{-3}\text{м}^3/\text{с}$) можно определить по таблице 62.

Т а б л и ц а 61. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОВ

Тип	Номинальная мощность, кВт	Количество элементов, ТЭН	Производительность по воздуху, $\text{м}^3/\text{с}$	Перепад температуры воздуха, $^\circ\text{C}$	Масса, кг
СФОЦ-5/0,5И1	5	3	0,22—0,33	32—22	85
СФОЦ-10/0,5И1	10	6	0,22—0,33	45—30	90
СФОЦ-16/0,5И1	16	6	0,44—0,77	30—20	140
СФОЦ-25/0,5И1	25	9	0,44—0,77	45—30	150
СФОЦ-40/0,5И1	40	18	0,66—1,20	50—30	190
СФОЦ-60/0,5И1	60	27	0,90—1,60	56—32	195
СФОЦ-100/0,5И1	100	36	1,25—2,50	51—30	325

С учетом тепловых потерь в установке и воздуховоде установленную мощность ($P_{\text{уст}}, \text{кВт}$) определяют по формуле

$$P_{\text{уст}} = K P_{\text{ср}},$$

где $K = 1,2$.

Таблица 62. ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ НОРМЫ
ОБЪЕМНЫХ РАСХОДОВ ВОЗДУХА
В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Вид животных	Масса животного, кг	Объемный расход воздуха на одно животное, $10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$	
		максимальный	минимальный
Коровы	400—500	11—14	50—75
	300—400	8—10	50—60
	20—300	6—7	40—45
Молодняк КРС	50—100	2,5—5	15—30
	160—180	3	18—20
Свиноматки	115—135	3	13—15
	70—40	1,5—2,2	12,5—14
Откормочные свиньи	25—40	1,0—1,5	7,5—10
Подсвинки	10	0,8	5
Поросята-сосунки	4,8	0,22—0,6	1,5—3,5
	1,5	0,08	0,4
	1,8	0,22	1,7
Куры-несушки			

ЭЛЕКТРОВОДОНАГРЕВАТЕЛИ ЭЛЕМЕНТНЫЕ

В сельском хозяйстве применяют электронагреватели емкостного (аккумуляционного) и проточного типов. Электроводонагреватели емкостного типа предназначены для сохранения нагретой воды в течение дня без значительного снижения температуры. Такие водонагреватели имеют теплоизолированный бак и работают в часы уменьшения нагрузок в сети. Водонагреватели типа ВЭТ, УАП, САОС представляют собой теплоизолированные баки, в которых на специальном съемном фланце размещены нагревательные элементы.

Таблица 63. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЭЛЕКТРОВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

Водонагреватель	Полезная емкость, л	Мощность, кВт	Рабочая температура, °С	Время нагрева, ч	Производительность, л/ч	Масса, кг
1	2	3	4	5	6	7
Емкостные (аккумуляционные)						
УАП-200/0,9	200	6	90	4,0	—	180
УАП-400/0,9	400	12	90	3,0	—	200
УАП-800/0,9	800	18	90	5,0	—	350
УАП-1600/0,2	1600	6	25	8,5	—	600
УАП-1600/0,9	1600	30	90	6,0	—	600

Для автоматического поддержания температуры используют температурное реле. Чтобы исключить вынос потенциала при пробое нагревательного элемента, водонагреватель подключают к водопроводной сети изолирующим резиновым шлангом. При питании от сети напряжением 380 В нагревательные элементы соединяют в «звезду», а при напряжении 220 В — в «треугольник». Электрическая схема включения водонагревателя приведена на рисунке 17.

Технические данные электроводонагревателей представлены в таблице 63.

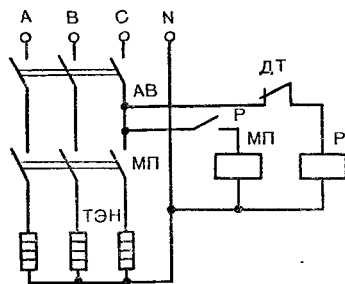


Рис. 17. Электрическая схема водонагревателя типа ВЭТ:

АВ — выключатель автоматический; МП — пускатель магнитный; ТЭН — трубчатый нагревательный элемент; ДТ — датчик температуры; Р — промежуточное реле

Применение электрической энергии

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
ВЭТ-200	200	6	80	3,4	—	150
ВЭТ-400	400	10,5	80	3,8	—	200
ВЭТ-800	800	16,5	80	4,7	—	350
ВЭТ-1600	1600	31,5	80	5,0	—	600
САОС-400/90-И1*	400	12	90	3,0	—	128
САОС-800/90-И1	800	30	90	5,0	—	196
САОС-1600/90-И1	1600	30	90	6,0	—	314

Прямоточные

ЭПВ-2А-100	—	10,5	90	—	100	—
ЭПВ-2А-350	—	10,5	20	—	350	—
ВЭП-600-350	—	10	80	—	350	—
ВЭП-600-600	—	10	22	—	600	—

* На базе электроводонагревателя САОС выпускается электроводонагреватель САЗС, который укомплектован центробежным насосом.

ЭЛЕКТРОДНЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ И ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

Электродные водонагреватели и паровые котлы предназначены для получения горячей воды и пара при приготовлении кормов и обогреве помещений.

Электродный водонагреватель представляет собой емкость, внутри которой расположены металлические электроды, погруженные в воду. Мощность, потребляемая на электродный нагрев, зависит от площади электродов, расстояния между ними, удельного сопротивления и температуры воды.

Расчетную мощность нагревателя (P_p , кВт) определяют по формуле, учитывающей изменение сопротивления воды при изменении температуры.

$$P_p = \frac{80P_n}{40 + t_{\text{нач}} + t_{\text{кон}}},$$

где P_n — необходимая мощность нагрева, кВт;

$$\left(P_n = \frac{cQ(t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})}{3600\eta t} \right),$$

где c — удельная теплоемкость воды (4,19 кДж/кг), град.,

η — КПД нагревателя (0,8—0,95);

Q — масса нагреваемой воды, кг;

t — время нагрева воды, с) ;

$t_{\text{нач}}, t_{\text{кон}}$ — температура воды, поступающей в нагреватель и выходящей из него после нагрева, град.

Обычно при расчетах принимают плотность тока не более 2 А/мм² для цилиндрических электродов и 2,5 А/мм² — для плоских. При определении межэлектродного расстояния учитывают удельную норму этого расстояния (150—400 В/см).

Межэлектродное сопротивление (R_{ϕ} , Ом) при соединении в «звезду» рассчитывают по формуле

$$R_{\phi} = \frac{U_n^2}{P_p}.$$

Расстояние между электродами (l , см) определяют по формуле

$$l \geq \frac{I_{\phi}}{150-400}.$$

Активную поверхность электрода (S , см²) определяют по формуле

$$S = \frac{lQ_{20}}{R_{\phi}},$$

где l — расстояние между электродами, см;

Q_{20} — удельное сопротивление воды при 20° С, Ом · см (колеблется от 2 до 10 тыс. Ом · см³. Если удельное сопротивление воды неизвестно, рекомендуется принимать его величину в пределах 2—3 тыс. Ом · см);

R_{ϕ} — межэлектродное сопротивление, Ом.

Высоту и ширину электродов определяют, исходя из площади поверхности, формы и размеров электродов по формуле

$$\varrho_{20^{\circ}} = \frac{20+t}{40} \varrho t,$$

где t — температура, при которой определяют удельное сопротивление воды, $^{\circ}\text{C}$;

ϱt — удельное сопротивление воды при температуре 20°C , $\text{Ом} \cdot \text{см}$.

В настоящее время выпускается несколько типов электродных нагревателей и паровых котлов (табл. 64), которые работают от сети напряжением 380 В с максимальным рабочим давлением $6 \cdot 10^5$ Па.

Таблица 64. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЭЛЕКТРОДНЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ И ПАРОВЫХ КОТЛОВ

Тип	Мощность, кВт	Диапазон регулирования мощности, %	Удельное электрическое сопротивление воды, $\text{Ом} \cdot \text{м}$	Расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}^*$, паропроизводительность, $\text{кг}/\text{ч}^{**}$	Масса, кг
1	2	3	4	5	6
Электродные водонагреватели					
ЭПЗ-25	25		10—50	0,86	66
ЭПЗ-60	60		10—50	2,10	70
ЭПЗ-100	100	10—100	10—50	3,45	97
ЭПЗ-100И2	100		10—50	3,45	80
ЭПЗ-250И2	250	25—100	10—50	8,50	120
КЭВЗ-250/0,4	250		10—50	8,60	415
КЭВЗ-400/0,4	400	20—100	10—50	13,80	515
КЭВЗ-1000/0,4	1000		10—50	34,50	1326
КЭВ-9/0,4	9		10—170	0,30	8,5
КЭВ-40/0,4	40		10—170	1,40	88
КЭВ-63/0,4	63		10—170	2,15	124

Электротермическое оборудование

Продолжение

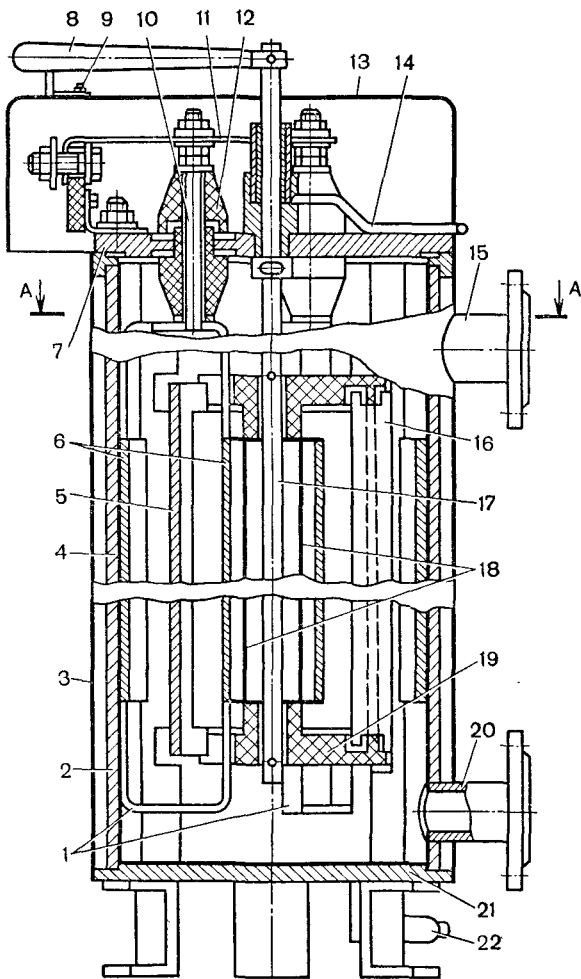
1	2	3	4	5	6
КЭВ-100/0,4	100		10—170	3,45	170
КЭВ-160/0,4	160		10—170	5,50	200
КЭВ-250/0,4	250	25—100	10—170	8,60	250
КЭВ-400/0,4	400		10—170	13,80	380
КЭВ-1000/0,4	1000		10—80	34,40	890
ОДПР (КЭВ-175)	175	21—100	55	6,0	—
Электродные паровые котлы					
КЭПР-160/0,4	160	21—100	20—70	50—200	395
КЭПР-250/0,4	250		20—70	90—350	400
КЭП-25/0,4	25		16—64	30	360
КЭП-160/0,4	160	25—100	16—64	215	625
КЭП-250/0,4	250		16—64	334	690
КЭП-400/0,4	400		16—64	550	1050
КЭП-500/0,4	600		16—64	809	1115

* Расход воды для водонагревателей.

** Паропроизводительность для паровых котлов.

Мощность электродных водонагревателей и котлов регулируют, изменяя внутренний их объем перемещением электродных групп относительно друг друга.

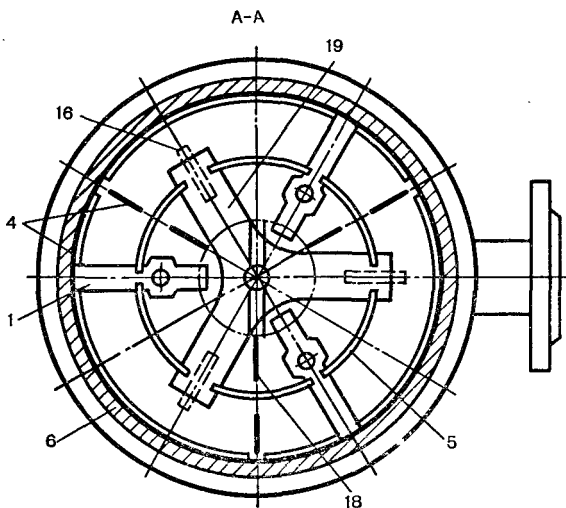
В условиях сельскохозяйственного производства рекомендуется использовать модернизированный водонагреватель ЭПЗ-100И2. В отличие от ЭПЗ-100 в нем увеличены межэлектродные зазоры более чем в 2 раза, улучшено движение нагреваемой воды через тепловыделяющие зоны, что повышает его надежность и срок службы. Электроводонагреватель типа ЭПЗ-100И2 состоит из корпуса 2 (рис. 18), регулирующих 5 и фазных 6 электродов, которые смонтированы при помощи проходных изоляторов на крышке. Мощность электронагревателя регули-



рукот специальной ручкой, перемещающей электроды на угол от 0 до 60°.

Корпус электроводонагревателя внутри защищен изоляционными экранами, а токопроводящая система — кожухом, на котором укреплена шкала мощности. Электрическая схема управления электродного водонагревателя типа ЭПЗ-100 представлена на рисунке 19.

Для теплоснабжения сельскохозяйственных объектов приме-



Р и с. 18. Электронагреватель типа ЭПЗ-100И2:

- 1 — скрепляющие скобы; 2 — корпус; 3 — защитный кожух; 4 — изоляционный экран; 5 — регулирующий электрод; 6 — фазные электроды; 7 — проходная крышка; 8 — регулирующая ручка; 9 — шкала; 10 — токоввод; 11 — соединительные шины; 12 — проходной изолятор; 13 — защитный кожух токопроводящей системы; 14 — дренаж; 15 — отводящий патрубок; 16 — изоляционная пластина; 17 — ось; 18 — изоляционный экран; 19 — траверса; 20 — подводящий патрубок; 21 — изоляционная прокладка; 22 — дренаж

няют электродогревательные мощностью 200, 400 и 800 кВт. При этом устраняется необходимость строительства центральных котельных и длинных теплотрасс.

Основным оборудованием электродогревательной являются два или несколько проточных электродных водонагревателя ЭПЗ-100 мощностью 100 кВт. Вода в отопительном контуре циркулирует благодаря работе двух центробежных насосов 1,5-К65, один из которых рабочий, а второй — резервный. В контуре циркуляции воды устанавливают противонакипный электромагнитный аппарат

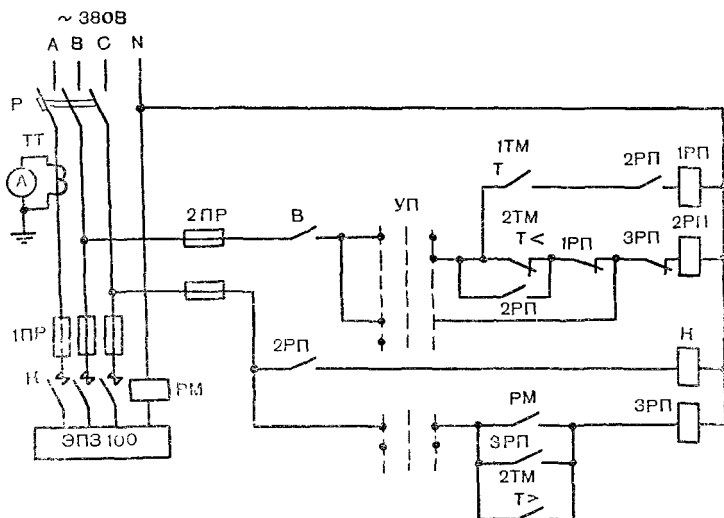


Рис. 19. Электрическая схема подсоединения к сети водонагревателя типа ЭПЗ-100:

Р — рубильник; ТТ — трансформатор тока; 1ПР, 2ПР — предохранители; К — контактор линейный; РМ — реле максимального тока; УП — универсальный переключатель; 1ТМ — контакт термометра; 1РП — 3РП — промежуточные реле

и шламоотделитель. Подогревают воду скоростным водоводным нагревателем. Чтобы исключить вынос электрических потенциалов из проточных электродных водоподогревателей, на них устанавливают изолирующие вставки. Теплоаккумулирующая емкость для запаса тепловой энергии представляет собой бак вместимостью от 5 до 18 м³ в зависимости от теплотребности объекта и продолжительности отключения электростанции от сети. Поверхность бака покрывают теплоизоляцией и обшивают листовой сталью.

Теплотехническое оборудование электростанций размещают в специальном помещении. Для снижения теплотерь теплоаккумулятора рекомендуется разделить его на два бака с соотношением емкостей 2:3.

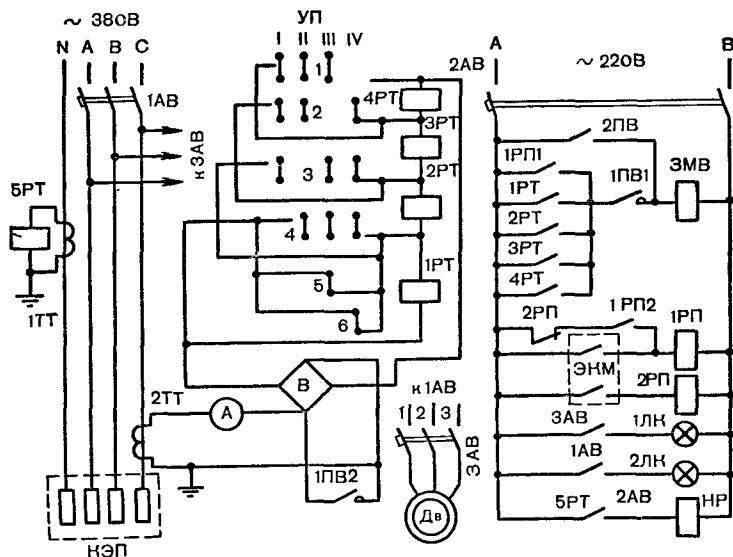
Бак меньшего объема используют при температурах наружного воздуха от 5 до —5° С, бак большего объема используют при температурах от —5 до —12°С, оба бака одновременно — при температуре ниже —12°С.

Корпус электродного котла изолируют от другого оборудования котельной и от земли. Электродные котлы устанавливают на изоляторы и закрывают кожухом или ограждением, не связанным с корпусом котла. Кожух или ограждение заземляют, подключая к нулевому проводу сети не менее чем в двух точках.

Промышленностью выпускается несколько типов электродных паровых котлов типа КЭПР, КЭП и др. Котельные установки для выработки пара состоят из котлов, питательных баков, насосов, соединительной арматуры, приборов контроля и аппаратуры управления.

Котел состоит из цилиндрического корпуса со съемной плоской крышкой. Через проходные изоляторы тоководами подается напряжение на чугунные пустотелые электроды. Антиэлектрод выполнен в виде цилиндрической обечайки. Котел имеет указатель уровня, патрубки для присоединения к питательному баку, датчику манометра и предохранительному клапану.

Мощность электродных котлов регулируют изменением уровня воды, в которую погружены электроды. В схеме управления (рис. 20) предусмотрено автоматическое поддержание заданных параметров давления пара. Мощность электрических котлов регулируют в интервале 25—100 % номинального значения.



Р и с. 20. Электрическая схема включения электродного котла типа КЭП:

1AB — 3AB — автоматические выключатели; **1РТ — 5РТ** — реле максимального тока; **1ТТ, 2ТТ** — трансформаторы тока; **УП I, II, III, IV** — универсальный переключатель с четырьмя положениями, соответствующими 25, 50, 75 и 100%-ной мощности котла; **В** — выпрямительный мостик; **ЗМВ** — электромагнитный вентиль; **Дв** — двигатель привода насоса; **ЭКМ** — манометр электроконтактный; **1РП, 2РП** — реле промежуточные; **НР** — независимый расцепитель автоматического выключателя 1AB; **1ЛК, 2ЛК** — сигнальные лампы

Возможность применения электродных водонагревателей и котлов в каждом конкретном случае необходимо согласовывать с Госэнергонадзором.

ПРОТИВОНАКИПНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ АППАРАТЫ

Надежная и качественная работа электродных водонагревателей и котлов зависит от содержания в воде солей, образующих накипь на электродах. Для борьбы с накипеобразованием применяют электромагнитные аппараты.

Противонакипный электромагнитный аппарат конструкции ВНИПТИМЭСХ (рис. 21) монтируют в вертикальном положении с направлением потока воды снизу вверх. Подключают аппарат к системе трубопроводов при помощи фланцев. Аппарат

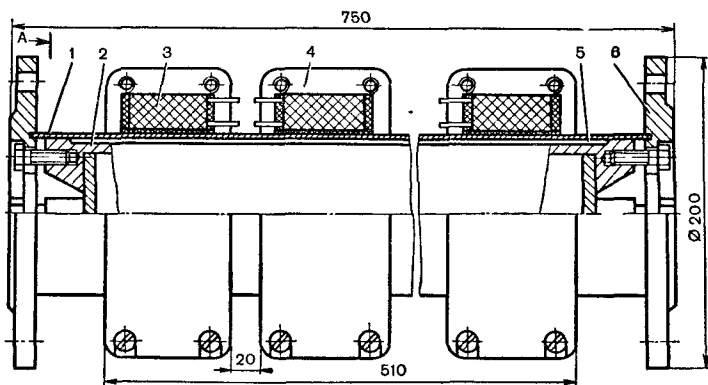


Рис. 21. Противонакипный электромагнитный аппарат конструкции ВНИПТИМЭСХ:

1 — алюминиевый корпус; 2 — стальной сердечник; 3 — катушка; 4 — магнитопровод;
5 — канал для прохождения воды; 6 — фланец

включают в циркуляционный контур систем отопления перед подогрейными котлами на воде, движущейся в обратную сторону. В зависимости от часовой производительности циркуляционных насосов аппараты включают в контур циркуляции воды с обработкой полного потока или параллельно контуру с частичным протокм воды через аппарат. Скорость воды, проходящей через аппарат, регулируют вентильными задвижками и контролируют по водомеру.

**Техническая характеристика
электромагнитного аппарата**

Потребляемая мощность, кВт	1,6
Число намагничивающих катушек, шт.	6
Диаметр провода, мм	0,8
Напряжение питания, В	220
Производительность, м ³ /ч	10
Скорость воды в зазоре, м/с	1,5
Масса, кг	70

ЭЛЕКТРООБОГРЕВАЕМЫЕ ПОЛЫ

Широкое распространение получили электрообогреваемые полы и плиты с нагревательными элементами на основе проводов ПОСХВ, ПОСХП, ПОСХВТ и неизолированного провода ПСО-5 (табл. 65).

Электрообогреваемый бетонный пол сооружают следующим образом. На выделенных участках пола выбирают грунт глубиной 370—400 мм, его уплотняют, насыпают песок и укладывают гидроизоляцию из одного слоя рубероида. Насыпают песок слоем 20—30 мм. Сверху укладывают слой теплоизоляции (котельный шлак, керамзит), на него щебень слоем 30—45 мм, а затем — электронагревательные провода. Шаг укладки должен быть 130—150 мм. Нагревательные провода покрывают бетоном марки М200 слоем 30—40 мм, сверху укладывают металлическую свар-

Таблица 65. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ДЛЯ ОБОГРЕВА ПОЛОВ

Показатель	ПОСХВ	ПОСАП	ПОСАВТ	ПОСО-5
Диаметр жилы, мм	1,1	1,1	1,4	4—6
Допустимая рабочая температура, °С	60	90	105	130
Мощность, Вт/м	7	9	11	60
Электрическое сопротивление при рабочей температуре, Ом/м	0,174	0,194	0,15	0,02
Срок службы, ч	12 000	12 000	12 000	30 000

ную сетку, которую присоединяют к заземляющему устройству не менее чем в двух точках.

Толщину теплоизоляции электрообогреваемых полов выбирают с учетом расположения их в помещении. Для обогреваемых полос пола у стен помещения толщину теплоизоляционного слоя из котельного шлака (или керамзита) принимают в пределах 0,16—0,18 м, а для центральных полос толщина теплоизоляции может быть снижена до 0,12—0,14 мм.

Обогреваемые полы с неизолированными нагревателями подключают к сети напряжением 380/220 В через понижающие трансформаторы типа ТСПК-20А, ТМОБ-63 и др. напряжением 50—60 В.

Электронагревательные элементы подключают к питающим кабелям в шинном канале, стенки которого выкладывают кирпичом, дно бетонируют и к нему прикрепляют опорные или штырьевые изоляторы. На изоляторах монтируют стальные шины из полосы или уголка, к которым подключают нагревательные провода. Жилы питающего кабеля подсоединяют к нагревательным

Таблица 66. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ
УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРООБОГРЕВАЕМЫХ
ПОЛОВ

Вид животных и птицы	Рекомендуемая температура пола, °C	Удельная мощность, Вт/м²	Удельная обогреваемая площадь пола, м²/гол.
Поросята-сосуны	28—32	160—250	1—1,2 м² на приплод
Поросята-отъемыши	18—26	100—150	—
Телята до 10—20 дней	19—29	150	—
Телята от 20 до 120 дней	15—25	100	—
Цыплята суточные	35—40	150—300	0,015—0,017
Цыплята старше 30 суток	35	150—300	0,03—0,08

проводам болтовыми соединениями. Сверху шинный канал плотно закрывают бетонными плитами.

Практический расчет технических данных нагревательных элементов следующий. По удельной обогреваемой площади (табл. 66) определяют общую обогревательную площадь (S , м²):

$$S = Nf = \frac{N}{n},$$

где N — общее количество животных, гол.;

f — удельная обогреваемая площадь, м²/гол.;

n — допустимая плотность размещения, гол/м².

Общую установленную мощность (P , кВт) рассчитывают по формуле

$$P = Sq \cdot 10^{-3},$$

где q — удельная мощность электрообогрева, Вт/м² (см. табл. 66).

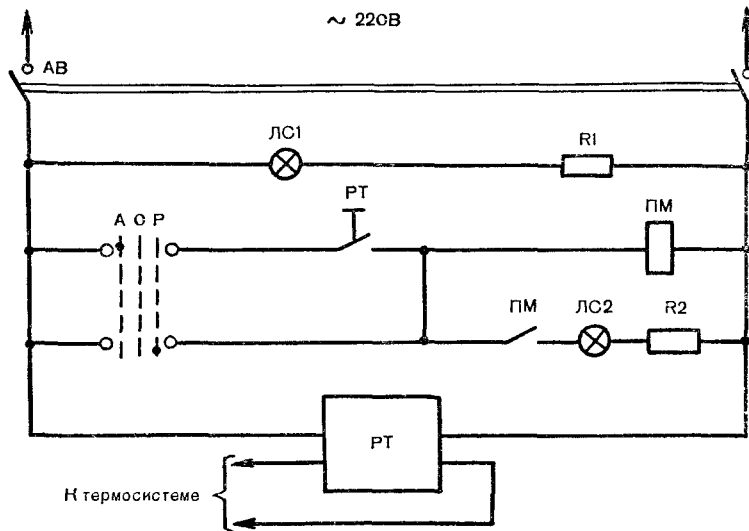
Общую длину нагревательного элемента (l , м) вычисляют по формуле

$$l = \frac{S}{m},$$

где m — шаг укладки, см (для цыплят — от 5—10 см, для поросят — до 15 см);

S — площадь нагреваемой поверхности, м².

Полученное значение длины нагревательного элемента (l , м) проверяют по следующей формуле:



Р и с. 22. Электрическая схема управления электрообогреваемыми полами:

АВ — автоматический выключатель; ЛС1, ЛС2 — сигнальные лампы; R1, R2 — резисторы; ПМ — магнитный пускатель, РТ — терморегулятор ПТР

$$l = \frac{P \cdot 10^{-3}}{P_{уд}},$$

где $P_{уд}$ — допустимая линейная мощность, Вт/м (см. табл. 65).

Управление электрообогреваемыми полами с нагревательными элементами осуществляют по электрической схеме, представленной на рисунке 22.

ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПАНЕЛИ

Для обогрева небольших производственных и административных помещений рекомендуется использовать электронагревательные панели. Их монтируют на кирпичных перегородках, обе стороны которых являются греющими. Перегородки выкладывают толщиной в полкирпича.

Электронагреватели трехфазные выполняют из провода ПОСХВ (ПОСХП), размещаемого под слоем штукатурки толщиной 2 см. Длина фазного провода ПОСХВ (ПОСХП) — 170 м, шаг укладки — 3 см. Фазные провода после укладки соединяют в «звезду» и подключают к сети напряжением 380/220 В через щиток, на котором устанавливают автомат АП-50 с номинальным током 16 А и магнитный пускатель ПМЕ-221.

Работу нагревательных панелей регулируют терморегулятором ДТКБ-50 (ДТКБ-51), закрепленным на одной из необогреваемых стен.

Панельный обогрев позволяет поддерживать необходимую температуру (17—20°C) в помещениях площадью 80—90 м³. Мощность панели около 4,5 кВт.

ЭЛЕКТРООБОГРЕВАЕМЫЕ БЕТОННЫЕ ПЛИТЫ И ПАНЕЛИ

Во многих случаях для обогрева поросят и телят вместо монолитных полов и стенных панелей применяют бетонные электрообогреваемые плиты и панели, разработанные ВНИПТИМЭСХ.

Бетонные электрообогреваемые плиты размером $1400 \times 600 \times 80$ мм состоят из металлического каркаса и бетонного монолита, в который вмонтирован электронагреватель из провода ПОСХВ. Сверху электронагревателя размещена сварная металлическая сетка с размером ячейки 200×200 мм.

Металлический каркас сделан из стальной полосы толщиной 4 мм, а сетка — из проволоки диаметром не менее 4 мм, которая по всему периметру приварена к металлическому каркасу. Сопротивление нагревательного провода при температуре 20°C — 4,4 Ом.

Мощность одной плиты 200 Вт, рабочее напряжение — 32 В. На напряжение 220 В последовательно соединяют семь плит. Температуру нагрева поверхности (22 — 32°C) регулируют терморегулятором.

Преимущество электрообогреваемых плит — возможность размещения их в любой ориентации в зависимости от стационарного оборудования, а также возможность их изготовления в условиях районных баз Агропромэнерго.

Бетонные электрообогреваемые панели состоят из металлического каркаса, двух сварных защитных сеток и бетонного монолита, в который вмонтирован электронагревательный спиральный элемент из провода ПОСХП (ПОСХВ) длиной 96 м. Габаритные размеры панели — $1400 \times 650 \times 80$ мм.

Потребляемая мощность панели — 0,75 кВт, рабочая температура поверхности 50 — 60°C , рабочее напряжение — 110 В.

Панели устанавливаются вертикально на расстоянии не менее 50 мм от стены. К сети 220 В подсоединяют две панели.

Электрообогреваемые панели предназначены для обогрева отдельных производственных помещений небольшой площади, удаленных от источников централизованного теплоснабжения. Удельный объем обогреваемого помещения на одну панель — 24 м^3 . Управляют обогревом с помощью терморегулятора.

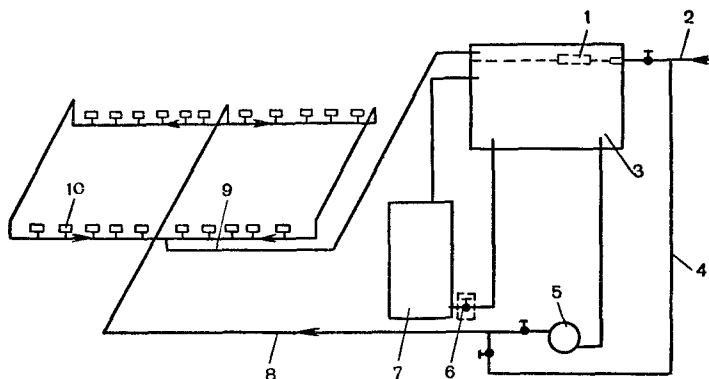
Панели могут быть использованы в бытовых помещениях, конторах и выполнены с красивым мозаичным покрытием.

УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВА
ВОДЫ ДЛЯ ПОЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

В неотапливаемых помещениях или на выгульных дворах рекомендуется применять групповые поилки АГК-4 и АГК-4А с подогревом воды.

Поилка состоит из корпуса с теплоизоляцией, в котором размещены две поильные чаши объемом 60 л; клапанно-поплавкового механизма и нагревательных элементов мощностью 1 кВт. Температуру воды от 5 до 14°C в поилках регулируют терморегулятором. Групповые поилки АГК-4 устанавливают из расчета одна на 70—100 коров.

Для подогрева воды в коровниках с привязным содержанием животных целесообразно использовать водонагреватель



Р и с. 23. Схема подогрева воды с использованием водонагревателей ВЭТ:

1 — поплавковый клапан; 2 — подвод воды; 3 — аккумуляторный бак; 4 — резервная система; 5 — насос; 6 — терморегулятор; 7 — водонагреватель; 8 — питающий трубопровод; 9 — обратный трубопровод; 10 — автопоилка

типа ВЭТ, УАП или САЗС. Схема системы подогрева воды для поения (рис. 23) включает водонагреватель, аккумулирующий бак, циркуляционный насос и систему трубопроводов. Мощность водонагревателя, вместимость аккумулирующего бака и тип насоса подбирают в зависимости от поголовья.

Система работает следующим образом. Водопроводная вода подается в аккумулирующий бак 3, который устанавливают на высоту 1,5—2 м от пола помещения. Системой трубопроводов бак соединяют с водонагревателем 7. Нагретая вода поступает в верхнюю часть бака и смешивается с водопроводной. Насосом 5 вода из бака по трубопроводу 8 подается к поилкам 10 и по трубопроводу 9 возвращается в бак.

Благодаря циркуляции поддерживается заданная температура воды в системе.

ГЕЛИОЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ДЛЯ НАГРЕВА ВОДЫ

В животноводстве для подогрева воды рекомендуется использовать солнечную энергию с помощью плоских солнечных коллекторов (гелиоприемников). С помощью таких коллекторов вода может быть нагрета до температуры 70—80°C и использована для горячего водоснабжения на доильных площадках (подмывание вымени, промывка молочного оборудования) и обогрева полов для молодняка животных.

Солнечный коллектор представляет собой плоский ящик, внутри которого заключен плоский отопительный радиатор. Верхняя часть ящика застеклена, в нижней части проложена теплоизоляция. Поверхность отопительного радиатора, обращенная к солнцу через стекло, окрашена в черный цвет усиления поглощения солнечной энергии.

Учитывая, что уровень солнечной радиации меняется в течение дня, для поддержания заданных пределов температуры воды солнечная установка имеет дублирующий электрический нагреватель и аккумулирующую емкость.

ВНИПТИМЭСХ разработал гелиоэлектрическую установку для подогрева воды (рис. 24), состоящую из гелиоприемников, водяного бака-аккумулятора, электронагревателя и трубопроводов. В качестве бака-аккумулятора и электронагревателя рекомендуется использовать серийные электроводонагреватели типа УАП или САОС.

Ориентировочно площадь гелионагревателей, вместимость теплоаккумуляторов и мощность дублирующего электронагревателя определяют по удельным показателям. На одну корову для горячего водоснабжения площадь $0,06 \text{ м}^2$; вместимость бака — 4 л, мощность дублера — $0,05 \text{ кВт}$; на один станок свинарника-маточника площадь 1 м^2 , вместимость бака — 50 л, мощность дублера — $0,2 \text{ кВт}$.

Гелиоустановки должны быть ориентированы рабочей поверхностью гелиоприемников на юг.

Для обеспечения термосифонной циркуляции воды бак-аккумулятор устанавливают выше гелионагревателей. Берут воду из верхней зоны бака.

Использование гелиоустановок позволяет сэкономить до 70 % традиционных видов энергии за сезон.

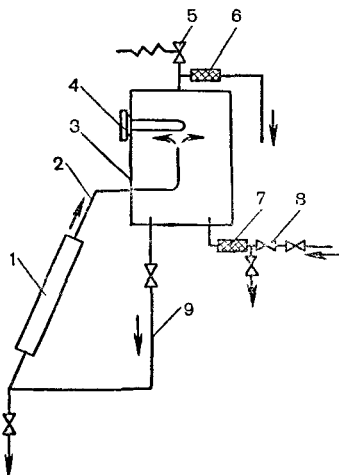


Рис. 24. Технологическая схема гелиоустановки:

1 — гелионагреватель (солнечный коллектор), 2 — подающий трубопровод, 3 — водяной бак-аккумулятор, 4 — электронагреватель; 5 — предохранительный клапан; 6, 7 — изолирующие вставки; 8 — обратный клапан, 9 — обратный трубопровод

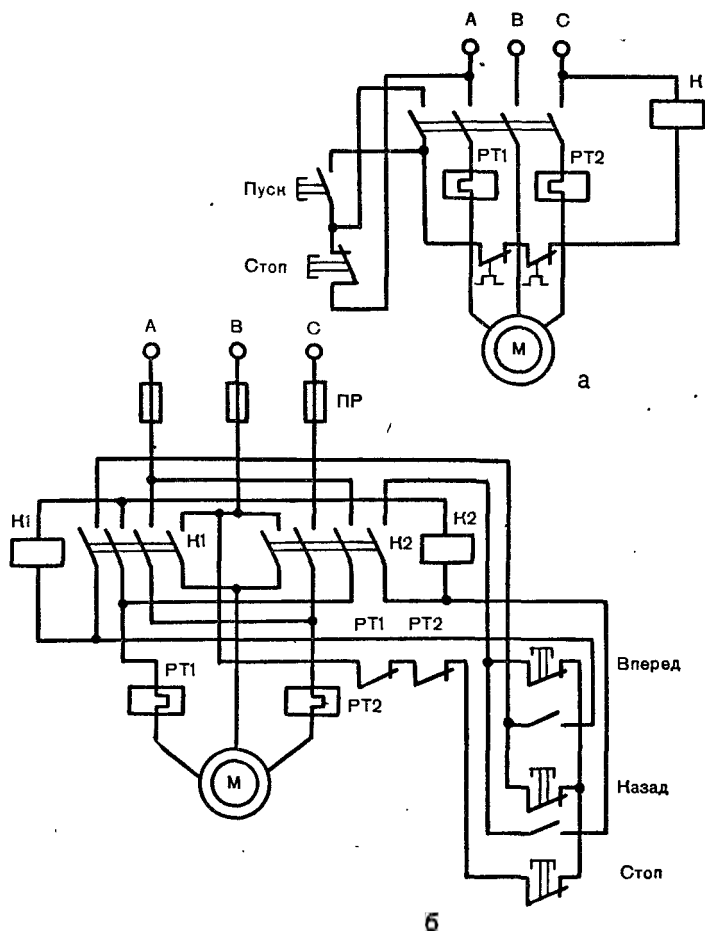
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

ТИПОВЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И УСЛОВИЯ ПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Дистанционное и автоматическое управление асинхронным короткозамкнутым электродвигателем осуществляют при помощи магнитного пускателя. При нажатии на кнопку «Пуск» главные контакты магнитного пускателя подключают электродвигатель к сети. Замыкающие блок-контакты блокируют кнопку «Пуск». Электродвигатель отключается после нажатия на кнопку «Стоп» (рис. 25, а).

Для осуществления реверса электродвигателя используют реверсивный магнитный пускатель, который имеет два контактора прямого и обратного хода. Кнопочная станция состоит из трех кнопок: «Вперед», «Назад», «Стоп». Чтобы обеспечить прямой ход электродвигателя, нажимают на кнопку «Вперед» (напряжение подается на катушку К1, блок-контакт К1 блокирует кнопку «Вперед», рис. 25, б), обратный — на кнопку «Назад». Одновременное включение катушек контакторов «Вперед» и «Назад» исключает кнопку станция, размыкающие контакты которой подключают так, чтобы при нажатии на кнопку «Вперед» размыкалась цепь кнопки «Назад», и наоборот.

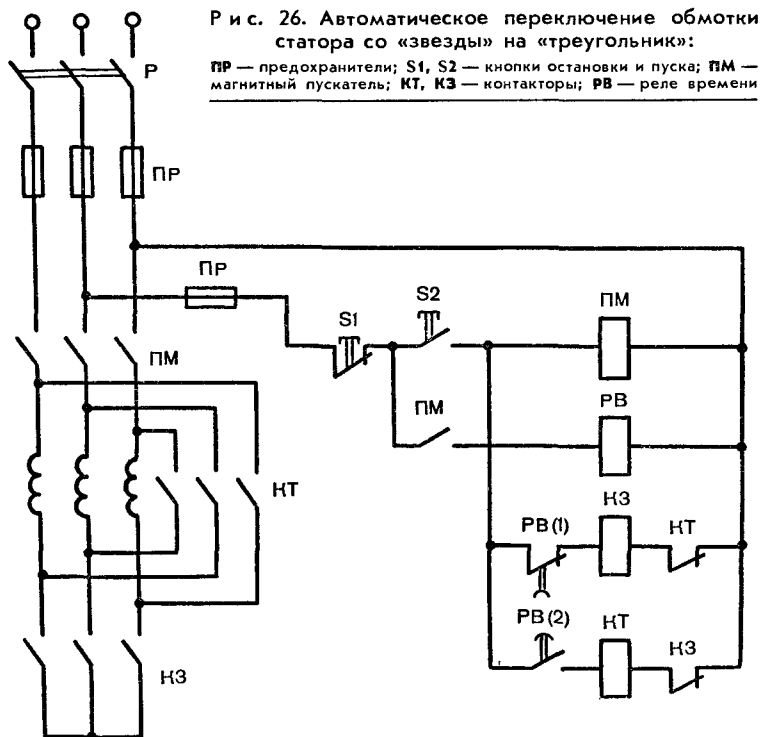
Автоматическое переключение обмотки статора электродвигателя со «звезды» на «треугольник» происходит в такой последовательности (рис. 26). Двигатель, рассчитанный на соединение обмоток на «треугольник», разгоняется при напряжении, величина которого в 1,73 раза меньше напряжения, возникающего при соединении обмоток в «звезду». Нажимая на кнопку «Пуск» SI, включают катушки магнитного пускателя ПМ, контактора КЗ и реле времени. Двигатель подсоединяют к сети по схеме «звезда», и он разгоняется до скорости, соответствующей сни-



Р и с. 25. Схема включения трехфазного электродвигателя в сеть:

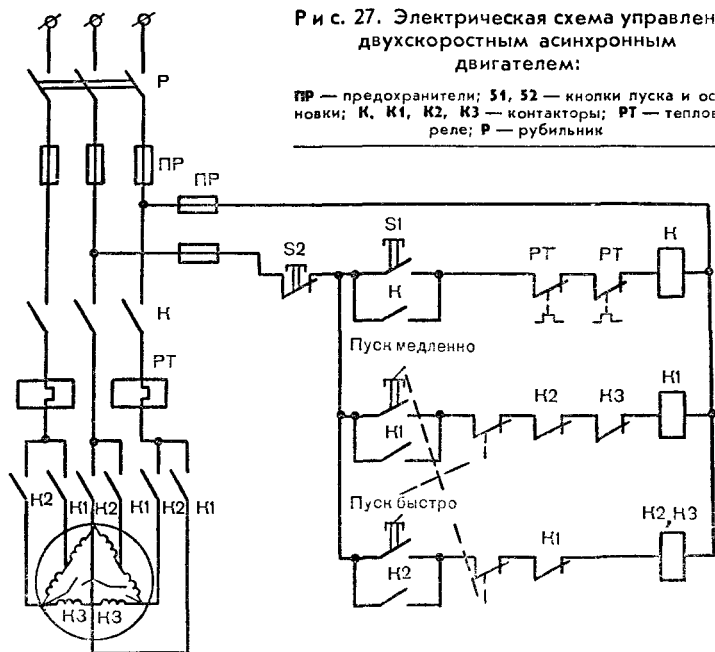
а — трехфазный магнитный пускатель; **К** — катушка пускателя; «Пуск», «Стоп» — кнопки пуска и остановки; **PT1, PT2** — тепловые реле; **М** — электродвигатель; **б** — трехфазный реверсивный магнитный пускатель; **ПР** — предохранители; **К1, К2** — катушки пускателя; **PT1, PT2** — тепловые реле

женному напряжению. Реле времени отрабатывает выдержку времени, необходимую для разгона двигателя при данном напряжении. Размыкающий контакт РВ отключает катушку КЗ, а замыкающий включает катушку КТ. Обмотка статора двигателя включается на полное напряжение в «треугольник». Контакторы



КТ и КЗ своими размыкающими блок-контактами исключают их одновременное включение.

Электрическая схема управления двухскоростным асинхронным электродвигателем показана на рисунке 27. В этих двигателях частота вращения изменяется за счет переключения числа пар полюсов. Нажимая на кнопку «Пуск», включают контактор К, который своими главными контактами подготавливает цепь включения статора двигателя. Затем, нажимая на кнопку «Пуск мед-



Р и с. 27. Электрическая схема управления двухскоростным асинхронным двигателем:

ПР — предохранители; S1, S2 — кнопки пуска и остановки; К, К1, К2, К3 — контакторы; РТ — тепловое реле; Р — рубильник

ленно», включают контактор 1К, который подключает обмотку статора, соединенную в «треугольник». Для увеличения скорости нажимают кнопку «Пуск быстро». Получают питание катушки двойного контактора 2К, 3К, главные контакты которых соединяют обмотку статора в двойную «звезду». При этом число пар полюсов уменьшается вдвое и электродвигатель вращается с большей частотой вращения.

Схемы централизованного управления электродвигателями в поточных линиях выбирают с учетом требований технологий и режима работы отдельных механизмов. Так, например, дробилки кормов, нории могут быть загружены продуктом только после их разгона. Поэтому обычно запускают машины поточной линии навстречу направлению движения продукта по тракту поточной линии. При последовательном включении электродвигателей, кроме этого, необходимо учитывать возможное снижение напряжения во время пуска предыдущего электродвигателя. Перед пуском электропривода поточной линии необходимо убедиться, что снижение напряжения не выйдет за допустимые пределы (не вызовет остановку работающих электродвигателей, не окажет заметного влияния на освещение), а все пусковые электродвигатели смогут развить номинальную частоту вращения приводных машин.

Асинхронный короткозамкнутый электродвигатель наберет необходимые обороты, если развиваемый им при пуске момент будет на 10 % выше начального момента сопротивления приводной машины, т. е. выполнится первое условие:

$$U_{\text{н}} \geq 1,1 K_z m_{\text{н.м}},$$

где U — напряжение на зажимах двигателя в относительных величинах в момент пуска;

$m_{\text{н}}$ — кратность пускового момента электродвигателя;

K_z — коэффициент загрузки электродвигателя;

$m_{\text{н.м}}$ — кратность начального момента сопротивления приводной машины.

Второе условие будет выполнено, если

$$U^2 m_m \geq 1,1 K_3,$$

где m_m — кратность максимального момента электродвигателя.

Величину изменения напряжения при пуске группы электродвигателей от трансформатора (ΔU , %) определяют по формуле

$$\Delta U = \frac{z_{тр} + z_n}{z_{тр} + z_n + z_{экр}},$$

где z_n , $z_{тр}$ — сопротивление сети и трансформатора, Ом;

$z_{экр}$ — эквивалентное сопротивление пусковой нагрузки, Ом.

Эквивалентное сопротивление $z_{экр}$ рассчитывают по суммарному пусковому току I_n , зависящему от мощности электродвигателей и схемы пуска.

При одновременном пуске максимальный пусковой ток равен сумме всех токов электродвигателей:

$$I_n = I_{n_1} + I_{n_2} + \dots + I_{n_i}.$$

При «лавинном» пуске максимальный пусковой ток (I_n , А) определяют по формуле

$$I_n = (0,85—0,95) (I_{n_1} + I_{n_2} + \dots + I_{n_i}).$$

При пуске с выдержкой времени максимальный пусковой ток равен пусковому току наибольшего по мощности электродвигателя.

По величине максимального пускового тока определяют эквивалентное сопротивление $z_{экр}$, Ом:

$$z_{экр} = \frac{U_n}{I_n}.$$

По максимальной величине тока можно выбирать плавкие вставки предохранителей для магистрали сети, питающей группы заблокированных электродвигателей поточной линии.

На рисунке 28 приведены три варианта заблокированного

пуска трех асинхронных короткозамкнутых электродвигателей: индивидуального, автоматизированного (лавинного) и автоматизированного с выдержкой времени.

При индивидуальном пуске последовательно нажимают кнопки S1, S3, S5 (см. рис. 28, а). Блок-контакты магнитного пускателя ПМ1 подготавливают к включению катушки магнитного пускателя ПМ2, а блок-контакт ПМ2, в свою очередь, — катушку магнитного пускателя ПМ3. Во многих случаях с целью автоматизации процесса используют схему управления, построенную на принципе самопуска (см. рис. 28, б).

Для включения в работу электродвигателей достаточно нажать одну пусковую кнопку S1, при этом все двигатели включаются в заданной последовательности «лавинно».

В поточных линиях с большим числом короткозамкнутых асинхронных двигателей при таком пуске следует учитывать возможное суммирование пусковых токов и, вследствие этого, значительное снижение напряжения. Для исключения суммирования пусковых токов в схемы централизованного управления поточными линиями одновременно с включением магнитного пускателя или контактора включают реле времени, которое через заданную выдержку времени включает следующий контактор и т. д.

В схемах часто предусматривают как ручной, так и автоматический режим работы, выбираемый универсальным переключателем. При автоматическом управлении универсальный переключатель устанавливают в положение 1 (см. рис. 28, в). Контакты А-1 и А-4 замкнуты, а КН-1 — КН-3 — разомкнуты. Нажимая на кнопку S1, включают катушку промежуточного реле РП1, блок-контакт которого подает напряжение на катушку магнитного пускателя К1 и реле времени РВ1. Блок-контакты магнитного пускателя К1 подготавливают цепь питания катушки магнитного пускателя К2. По истечении заданного времени замыкающий контакт реле времени РВ1 замыкается и подает напряжение на катушку К2. Магнитный пускатель К2 самоблокируется и

подготавливает цепь питания следующего магнитного пускателя К3 и реле времени РВ2.

При перегрузке одного из электродвигателей, например двигателя Д2, размыкаются контакты теплового реле РТ2, обесточивается катушка К2, размыкается блок-контакт К2 в цепи катушки К3, останавливается электродвигатель Д3. Одновременно размыкающий контакт К2 замыкает цепь питания реле времени РВ3. Через выдержку времени контакт РВ3 разомкнет и отключит также цепь питания катушки магнитного пускателя К1.

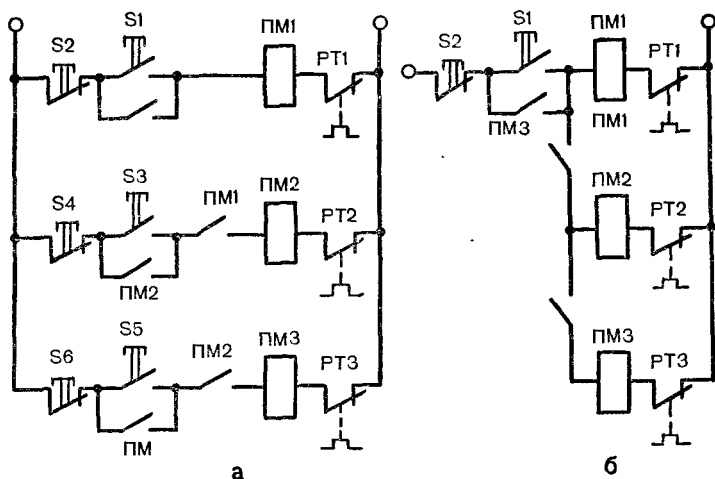
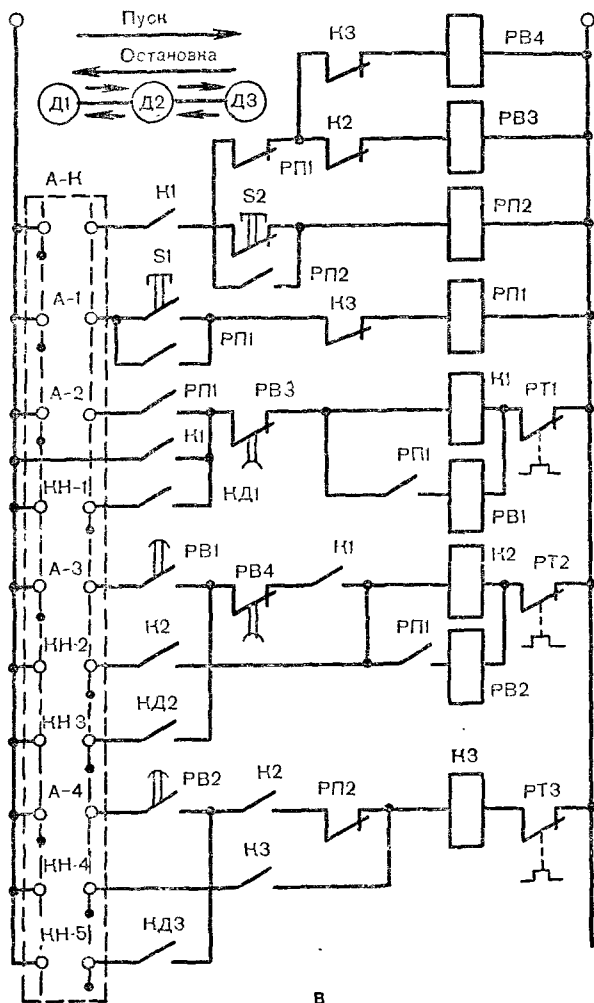


Рис. 28. Электрические схемы блокированных пусков трех асинхронных короткозамкнутых электродвигателей:

а — индивидуальный; б — автоматизированный (лавинный); в — автоматизированный с выдержкой времени; S1 — S6 — кнопки пуска и остановки; ПМ1 — ПМ3 — магнитные пускатели; РТ1 — РТ3 — тепловые реле; К1 — К3 — катушки пускателей; А1 — А4, КН-1 — КН-5 — переключатели; РВ1 — РВ4 — реле времени; РП1, РП2 — промежуточные реле; Д1, Д2, Д3 — электродвигатели



Останавливают двигатели поточной линии, нажимая кнопку S2. При этом включается промежуточное реле РП2 и своими контактами размыкает цепь питания катушки К3. Размыкающий контакт К3 в цепи реле остановки РВ4 замыкается и включает реле, которое по истечении заданной выдержки времени включает цепь питания катушки К2. В свою очередь размыкающий контакт К2 заводит реле остановки РВ3, и через заданную выдержку времени отключается двигатель.

В ручном режиме (К) двигатели включаются выключателями КН1—КН3.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

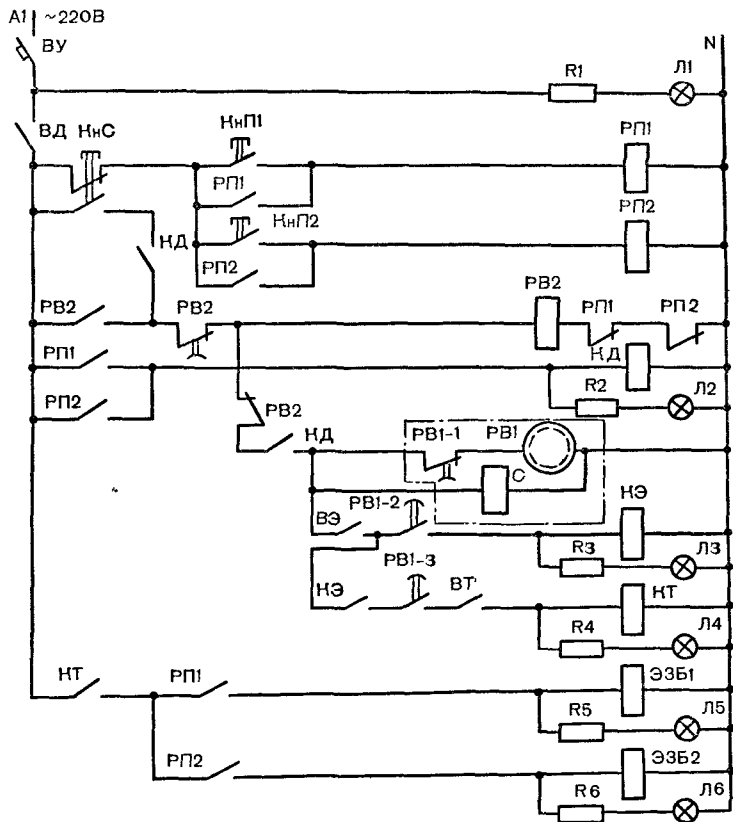
Поточная линия переработки кормов в кормоцехе. Поточная линия по переработке концентрированных кормов состоит из дробилки кормов, элеватора, транспортера и двух бункеров.

Электрическая схема управления поточными линиями кормоцеха предусматривает пуск последнего механизма по технологическому потоку для предотвращения завала машин (рис. 29). Последовательный пуск электроприводов осуществляют программные реле времени РВ1. Выдержка времени контакта РВ1—2 определяется временем разгона дробилки; выдержка времени контактов РВ1—3 принимается несколько большей, чем контактов РВ1—2, с учетом времени пуска элеватора.

Останавливают поточную линию, нажимая на кнопку КНС. При этом вначале закрываются заслонки бункеров, а затем отключаются приводы элеватора и транспортера. Последней, через определенную выдержку времени, необходимую для переработки оставшегося продукта, останавливается дробилка.

Раздатчик кормов РКС-3000М. Раздатчик кормов РКС-3000М предназначен для раздачи готовых сухих, сочных и влажных кормов в свинарниках-откормочниках.

Поточная линия раздатчика состоит из транспортеров и бункера-дозатора. Корм подается в бункер-дозатор, откуда при

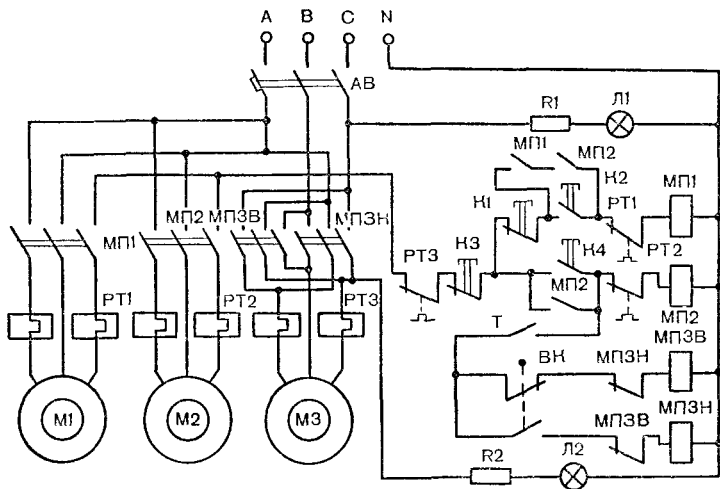


Р и с. 29. Схема автоматизированного управления поточной линией переработки концентрированных кормов кормоцеха:

ВД, ВТ, ВЭ — вспомогательные замыкающие контакты автоматических выключателей главных цепей; **ВУ** — выключатель защиты цепей управления; **РП1, РП2** — промежуточные реле; **РВ1** — программное реле времени; **РВ2** — реле времени; **ЭЗБ1, ЭЗБ2** — тяговые электромагниты; **КнС, КнП1, КнП2** — кнопки; **Л1 — Л6** — сигнальные лампы; **Р1 — Р6** — резисторы; **КТ, КЭ, КД** — катушки магнитных пускателей

помощи наклонного транспортера на платформу. Схема управления раздатчиком кормов показана на рисунке 30. Нажимая кнопку К1, включают магнитный пускатель двигателя транспортера-загрузчика, а затем кнопкой К4 двигатель привода транспортера и шнека бункера-дозатора. В момент поступления корма на платформу выключателем Т5 включают электродвигатель привода платформы. Конечным выключателем платформа переключается на обратный ход.

Зерноочистительный агрегат ЗАВ-20. Процесс очистки зерна на агрегате ЗАВ-20 осуществляется следующим образом.



Р и с. 30. Схема управления кормораздатчиком РКС-3000М:

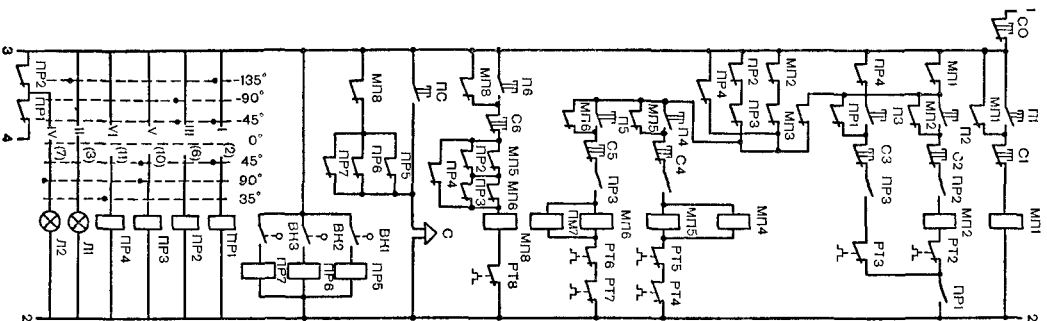
AB — автоматический выключатель; МП1, МП2, МП3В, МП3Н — магнитные пускатели; К1 — К4 — кнопки управления пуском и остановкой, ВК — конечный выключатель; РТ1 — РТ3 — тепловые реле; Т — тумблер; R1, R2 — резисторы; Л1, Л2 — сигнальные лампы; М1 — М3 — электродвигатели

Из автомашины зерно с помощью автомобилеподъемника выгружается в завальный бункер. Через окно завального бункера зерно поступает в нижнюю головку загрузочной норрии. Загрузочной норрией зерно поднимается вверх и разделенное распределительным клапаном на две равные части по зернопроводу поступает в приемные камеры двух параллельно работающих воздушно-решетных машин. Из приемных камер машин зерновой материал подается в воздушные каналы, которые системой воздухопроводов подключены к централизованной воздушной системе агрегата. В воздушных каналах из зерновой смеси выделяются легкие примеси, которые выводятся в бункер для отходов.

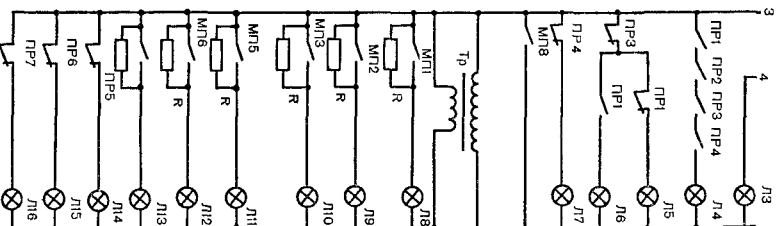
Очищенное зерно поступает в шнековые боковые питатели транспортеров и по их наклонным желобам направляется в триерные блоки. Фракции триерной очистки направляются зернопроводами самотеком в бункеры чистого зерна и для отходов, а фуражные отходы — пневмотранспортером в секцию отходов.

Управление поточными линиями агрегата ЗАВ-20 осуществляется по электрической схеме (рис. 31). Она обеспечивает включение и отключение электродвигателей в соответствии с выбранной технологической схемой работы. При этом для контроля действия выбранной технологической схемы используют световые табло.

Вариант I. Универсальный переключатель ставят в положение 135° . Включается промежуточное реле ПР1 и своими контактами подготавливает схему к включению электроприводов машин в соответствии с выбранной технологической схемой. Кнопкой П1 включают катушку магнитного пускателя МП1 (вентилятор). Замыкая цепи пусковыми кнопками П4, П5 катушек МП5, МП6, включают электрические двигатели зерноочистительных машин и одновременно электродвигатели транспортеров (МП4, МП7). Контакты МП5, МП6 подготавливают цепь катушки МП8 электропривода норрии загрузки, после включения которой открывают заслонку загрузочного окна норрии. Отключают электроприводы в обратной последовательности.



Вентилятор	Зерноочистительная машина I	Зерноочистительная машина II	Трансформатор II	Носка загрузочная	Предупредительная звуковая сигнализация	Датчики сигнализации наполнения бункеров	Универсальный переключатель набора схемы работы агрегата по заданной технологии
------------	-----------------------------	------------------------------	------------------	-------------------	---	--	---



УП	Положительная выдержка магнитных пускателей
Поворот рукоятки на розетке	
-135	1 МП1, МП4, МП5, МП6, МП7
-90	2 МП1, МП3, МП4, МП5, МП7
-45	3 МП1, МП4, МП5, МП7
0	4 МП1, МП2, МП3, МП4, МП5, МП6, МП7
+45	5 МП1, МП4, МП5, МП7
+90	6 МП1, МП2, МП4, МП5, МП7
+135	7 Промысловый

Мнемонические схемы вариантов	Автоматическая заслонка	Трансформатор	Контроль работы магнитных пускателей	Контроль наполнения бункеров
-------------------------------	-------------------------	---------------	--------------------------------------	------------------------------

Вариант II. Универсальный переключатель ставят в положение 90° . Включается промежуточное реле ПР2 и своими замыкающими контактами подготавливает цепи схемы управления к включению соответствующих электрических двигателей (см. рис. 31).

Во всех вариантах первым включается магнитный пускатель вентилятора МП1. Через замыкающие контакты МП1 напряжение поступает в цепь катушки МП3 триерного блока П. Нажимая на кнопку ПЗ, включают электрический двигатель триерного блока П. Цепь катушек магнитных пускателей МП6, МП7 подготавливается к включению замыкающими контактами ПР2, МП3. Пусковой кнопкой П5 включают катушки пускателей МП6, МП7. Цепь нории загрузки МП8 подготовлена замыкающими контактами ПР2, МП6.

Вариант III. Универсальный переключатель ставят в положение 45° . Включаются промежуточные реле ПР1 и ПР2 и своими контактами подготавливают соответствующие цепи к включению. Включается катушка МП1, катушки МП2 и МП3 деблокируются размыкающим контактом ПР1, а МП4, МП5 — контактом ПР2. Цепи катушек МП6, МП7 подготавливаются к включению замыкающими контактами МП1, ПР2. Нажимая на кнопку П5, включают магнитные пускатели МП6, МП7.

Вариант IV. Универсальный переключатель ставят в положение 0° . Нажимая на кнопку П1, включают катушку МП1. Цепь на МП2, МТ3 готовится замыкающим контактом МП1; на МП4,

Р и с. 31. Электрическая схема управления поточными линиями агрегата ЗАВ-20:

С0, С1 — С6 — кнопки «Стоп»; П1 — П6 — кнопки «Пуск»; МП1 — магнитный пускатель электропривода вентилятора; МП2, МП3 — магнитные пускатели электроприводов триерных блоков 1 и 2; МП4, МП7 — магнитные пускатели электроприводов транспортеров 1 и 2; МП5, МП6 — магнитные пускатели электроприводов зерноочистительных машин 1 и 2; МП8 — нория загрузки; С — звуковой сигнал; ВК1 — ВК3 — датчики сигнализации бункеров; Уп (I, III, V, VI, II, IV) — универсальный переключатель выбора технологической линии агрегата; ПР1 — ПР7 — промежуточные реле; Л1 — Л7 — лампы сигнализации выбора вариантов технологии; Л8—Л13 — лампы сигнализации работы машин; Л14 — Л16 — лампы сигнализации наполнения бункеров; ПС — кнопки звукового сигнала; РТ1 — РТ8 — тепловые реле

МП5, МП6, МП7 — замыкающими контактами МП2, МП3; цепь нории загрузки МП8 — замыкающими контактами МП5, МП6. Последовательно нажимая на пусковые кнопки П1—П6, включают электроприводы машин зерноочистительного агрегата.

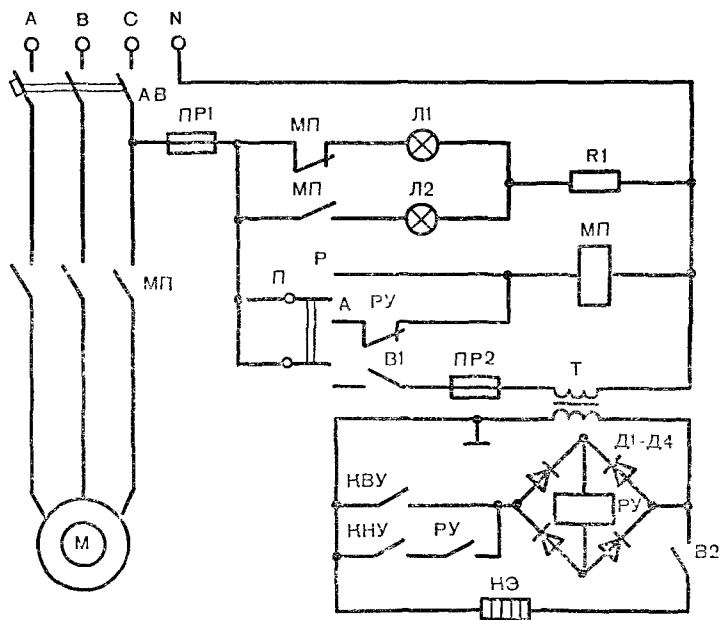


Рис. 32. Электрическая схема управления электроприводов башенной водопомпы:

М — электродвигатель; **AB** — автоматический выключатель, **МП** — магнитный пускатель; **РУ** — реле уровня, **Д1—Д4** — выпрямительный мост, **КВУ, КНУ** — контакты верхнего и нижнего уровней электродного датчика, **П** — переключатель, **Л1, Л2** — сигнальные лампы, **НЭ** — нагревательный элемент, **В1, В2** — выключатели

Вариант V. Универсальный переключатель ставят в положение — 45°. Включаются промежуточные реле ПР1, ПР3, которые своими замыкающими и размыкающими контактами готовят цепи управления электрическими двигателями агрегата к включению.

Нажимая на пусковую кнопку П1, включают катушку магнитного пускателя МП1 привода вентилятора. Цепь катушек МП2, МП3 деблокируется размыкающим контактом реле ПР1. Цепь катушек МП4, МП5 подготавливается к включению замыкающими контактами МП1, ПР1. Нажимая кнопку П4, включают катушки магнитных пускателей МП4, МП5 приводов зерноочистительной машины и транспортера. Цепи управления приводом нории загрузки подготавливаются замыкающими контактами МП5, ПР3.

Вариант VI. Универсальный переключатель ставят в положение 90°. Включается промежуточное реле ПР3, подготавливающее своими контактами цепи управления электроприводами в соответствии с технологией работы машин.

Цепь управления электрическим двигателем триерного блока подготавливается замыкающим контактом МП1 после включения вентилятора. Цепь триерного блока МП3 деблокируется размыкающим контактом реле ПР3. Замыкающими контактами МП2, ПР2 подготавливается цепь для включения катушек магнитных пускателей МП4, МП5 привода зерноочистительной машины и транспортера, а цепи управления с катушками МП6, МП7 деблокируются размыкающим контактом ПР3.

Последним включается электрический двигатель нории загрузки, цепь которого подготавливается контактами МП5, ПР3.

При наполнении того или иного бункера срабатывает датчик уровня, замыкая цепь соответствующего промежуточного реле. Промежуточное реле своими замыкающими контактами ПР5, ПР6, ПР7 включает цепь звукового сигнала, цепь сигнальной лампочки.

Установка для водоснабжения. Для привода насосов, установ-

ливаемых на поверхности земли и в 8 шахтных колодцах, применяют электродвигатели АО2, АО2СХ и 4А, для привода погружных насосов — специальные электродвигатели с короткозамкнутым ротором типа МАП, ПЭДВ, АДП. В сельском хозяйстве получили распространение башенные и безбашенные водокачки.

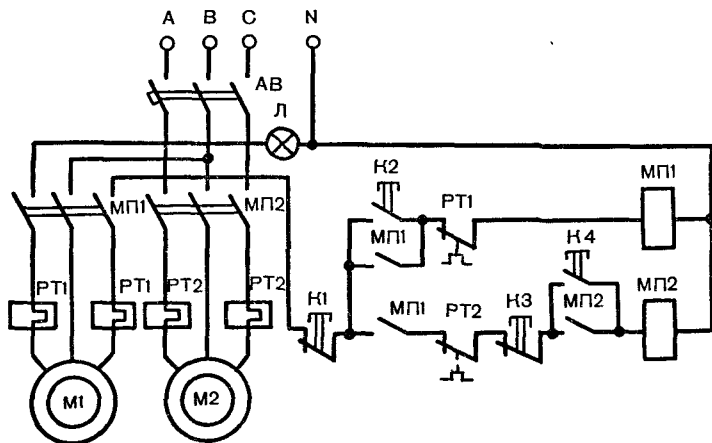
Электродвигатель привода насоса башенной водокачки включается в работу автоматически в зависимости от уровня воды в водонапорной башне. Перед пуском электропривода переключателем П (рис. 32) выбирают режим работы ручной (Р) или автоматический (А). Включают автоматический выключатель АВ. При отсутствии воды в баке водокачки (положение переключателя П — замкнут контакт А) электрический ток проходит по цепи через размыкающие контакты реле уровня РУ и катушку магнитного пускателя МП, который срабатывает и замыкает свои главные контакты в цепи питания электродвигателя.

Вода, поступая в бак, поднимает свой уровень до контакта нижнего уровня КВУ, а затем достигает контакта верхнего уровня КВУ. Реле уровня срабатывает по цепи КВУ-Д1-Д4-РУ и своими размыкающими контактами отключает цепь питания магнитного пускателя. Электродвигатель останавливается. Своим замыкающим контактом реле уровня в цепи с контактом КВУ блокирует себя до тех пор, пока уровень воды опустится ниже контакта нижнего уровня и снова включится электродвигатель.

Транспортер ТСН-3,0Б для уборки навоза. Установка состоит из двух отдельных транспортеров — наклонного и горизонтального. Горизонтальный приводится в движение электродвигателем мощностью 4,0 кВт, наклонный — 1,5 кВт. Горизонтальный транспортер размещается вдоль стойл животных в навозном желобе и подает навоз на нижний конец наклонного транспортера. Наклонный транспортер выгружает навоз в транспортное средство. Управление электродвигателями осуществляется при помощи специального шкафа управления. Электрическая схема управления (рис. 33) предусматривает последовательный пуск в работу наклонного, а затем горизонтального транспортера и

автоматическую остановку горизонтального при остановке наклонного. Пуск осуществляют с помощью кнопки К2: включаются магнитный пускатель МП1 и двигатель наклонного транспортера. Контакт магнитного пускателя МП1 замыкает цепь питания магнитного пускателя МП2. Нажимая на кнопку К4, включают электродвигатель М2 привода горизонтального транспортера; нажимая на кнопки К3 и К1, отключают транспортеры.

Установка для создания микроклимата. Для создания оптимальных условий среды в животноводческих помещениях промышленностью серийно выпускается комплект оборудования и электроаппаратуры «Климат-4». Оборудование выпускается в трех модификациях: «Климат 44», «Климат 45» и «Климат 47», кото-



Р и с. 33. Электрическая схема управления скребковым транспортером ТСН-3,0Б:

АВ — автоматический выключатель; МП1, МП2 — магнитные пускатели; К1 — К3 — кнопки управления; РТ1, РТ2 — тепловые реле; Л — сигнальная лампа

рые различаются количеством вентиляторов типа ВО, имеющих три ступени напряжения и производительности. Напряжение вентиляторов изменяют автотрансформатором АТ-10 мощностью 10 кВ·А, снабженным 16 отпайками. Вентиляторы комплекта

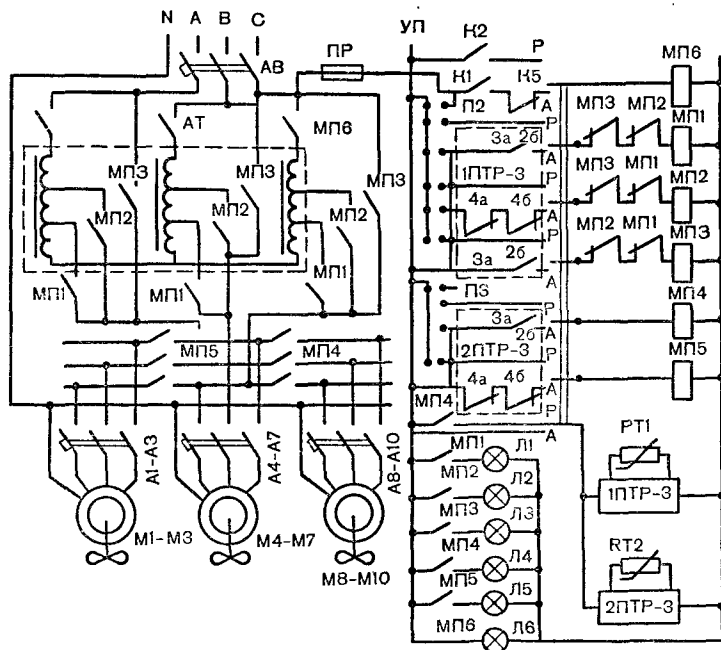


Рис. 34. Схема электрических соединений электропривода установки «Климат 4»:

АВ — автоматический выключатель; АТ — автотрансформатор; Л1 — Л6 — переключатели; МП1—МП6 — магнитные пускатели; Л1—Л6 — сигнальные лампы; 1ПТР-3, 2ПТР-3 — терморегуляторы; РТ1, РТ2 — датчики терморегуляторов; А1 — А10 — автоматы; М1 — М10 — электродвигатели

разбивают на три группы и через автоматические выключатели подключают на щит управления (рис. 34). Схемой предусмотрено ручное и автоматическое управление, осуществляемое переключателем П1. Переключателем П2 выбирают необходимый режим работы: в положении 1 вентиляторы отключены, в положении 2 — включается пускатель МП1 (вентиляторы работают на низшей частоте вращения), в 3 — пускатель МП2 (вентиляторы работают на средней частоте вращения) и в 4 — пускатель МП3 (вентиляторы работают с наибольшей частотой вращения, т. е. с максимальной производительностью).

Если температура воздуха в помещении соответствует заданной, пускатели МП2, МП4—МП6 включают вентиляторы на среднюю производительность. При повышении температуры до 25°C пускатель МП3 переключает вентиляторы на максимальную производительность, а при понижении — на меньшую. При значительном понижении температуры воздуха выключается пускатель МП4 и отключается одна группа вентиляторов М8—М10. Дальнейшее снижение температуры вызывает отключение пускателя МП5 — отключаются вентиляторы М1—М3, а затем пускателем МП6 отключаются все вентиляторы. Таким образом, оборудование «Климат» позволяет регулировать температуру воздуха в обслуживаемом помещении от 5 до 35°C.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ХОЗЯЙСТВА

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Основу внутрихозяйственной энергетической службы составляют электротехническая служба и служба теплофикации. По мере развития отдельных отраслей энергетики в состав общей энергетической службы хозяйства (форзац) могут входить: служба газификации, служба обслуживания средств диспетчерской связи, а также при необходимости может быть организована специальная бригада обслуживания энергетического оборудования коммунально-бытовых объектов.

Служба главного энергетика хозяйства (предприятия) укомплектовывается штатом специалистов: электриков, электромонтеров, теплотехников и других специалистов в зависимости от наличия действующих электрических, тепловых, холодильных и других энергетических установок. Типовые штаты и штатные нормативы энергетической службы совхозов, откормочных хозяйств, племенных и конных заводов Министерства сельского хозяйства СССР приведены в таблице 67.

В обязанности главного энергетика (ст. инженера-энергетика) хозяйства входят:

организация и обеспечение эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электрических сетей, электрооборудования, внутренних электропроводок, трасс газификации и теплотрасс, теплоэнергетического оборудования, а также дальнейшая теплофикация; газификация и электрификация хозяйства;

организация и обеспечение постоянного контроля за соблюде-

**Таблица 67. ТИПОВЫЕ ШТАТЫ И ШТАТНЫЕ НОРМАТИВЫ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ**

№ п/п	Должность	Нормативы
1	2	3
1	Главный энергетик. Только для хозяйств I и II групп по оплате труда работников и специалистов совхозов и государственных предприятий сельского хозяйства	Один на хозяйство, имеющее свыше 1500 усл. ед. электроустановок и потребляющее свыше 1,5 млн. кВт · ч электроэнергии на производственные цели в год
2	Старший инженер-энергетик (на правах главного)	Один на хозяйство, имеющее от 1001 до 1500 усл. ед. электроустановок и потребляющее свыше 1,0 млн. кВт · ч электроэнергии на производственные цели в год
3	Старший инженер-энергетик	Один на хозяйство, имеющее от 501 до 1000 усл. ед. электроустановок и потребляющее свыше 0,5 млн. кВт · ч электроэнергии на производственные цели в год
4	Инженер-электрик	Один на хозяйство, имеющее от 251 до 500 усл. ед. электроустановок и потребляющее до 0,5 млн. кВт · ч электроэнергии на производственные цели в год
5	Старший техник-электрик	Один на хозяйство, имеющее от 1010 до 250 усл. ед. электроустановок
6	Инженер-электрик. Должности вводятся дополнительно к должностям, указанным в пунктах 1, 2, 3	Одна должность на каждые 1100 усл. ед. электроустановок
7	Старший техник-электрик (техник-электрик)	Одна должность на каждые 650 усл. ед. электроустановок
8	Старший инженер-теплотехник	Один на хозяйство, имеющее площадь теплиц и парников на техническом обогреве свыше 50 тыс. м ² или

1	2	3
9 Инженер-теплотехник	котельную мощностью свыше 15 т/ч пара	Один на хозяйство, имеющее площадь теплиц и парников на техническом обогреве от 20 до 50 тыс. м ² или котельную мощностью от 7 до 15 т/ч пара.
10 Старший инженер по холодильному оборудованию	Один на хозяйство, имеющее объем холодильников для хранения мяса свыше 10 т, для хранения плодов, ягод, винограда и овощей свыше 200 т	
11 Старший радиотехник, радиотехник	Один на хозяйство, имеющее радиотелеграф или диспетчерскую радиосвязь	

нием правил охраны труда и техники безопасности, за сохранением материально-технических средств и рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов на стационарных установках сельскохозяйственного производства.

Энергетические службы хозяйства рекомендуется подразделять на группы технического обслуживания и группы ремонта. В обязанности группы обслуживания входит проведение работ по техническому обслуживанию энергооборудования. Персонал этих групп можно разделить на отдельные бригады, которые закрепляются за определенными участками (монтерскими пунктами). На каждом участке организуют пост электрика.

Для проведения текущего ремонта энергооборудования в стационарных условиях (60—70 %), а также на месте его установки (30—40 %) группы ремонта разделяют на две бригады: по ремонту энергооборудования на ПТОРЭ и по ремонту энергооборудования в местах установки. В обязанности группы ремонта энергооборудования входят:

текущий ремонт энергооборудования;

демонтаж оборудования, подлежащего текущему ремонту в стационарных условиях, доставка его на ПТОРЭ и к месту установки после ремонта;

установка на рабочее место, наладка и проверка работоспособности оборудования, прошедшего текущий ремонт на ПТОРЭ;

сбор, доставка и комплектовка энергооборудования для отправки его на специализированные предприятия для производства капитального ремонта.

Руководят группами ремонта электромонтеры, назначаемые из числа электромонтеров бригады.

В обязанности руководителей бригад входят:

обеспечение выполнения работ по ремонту оборудования в соответствии с графиком работ;

контроль за выполнением работ и расходованием материалов;

заполнение журналов учета работ и инструктажа по технике безопасности;

сбор, комплектовка и отправка энергооборудования в капитальный ремонт;

подготовка материалов к текущим отчетам;

контроль за использованием защитных средств.

Необходимое количество электромонтеров и других рабочих для проведения плановых профилактических мероприятий по ремонту всего энергооборудования рассчитывают, исходя из общего годового объема работ и годового фонда рабочего времени, приходящегося на одного работника (по системе ПРРСХ).

Для ориентировочных расчетов можно использовать условную единицу оборудования (табл. 68), по которой определяют общий объем работ в условных единицах и количество электромонтеров.

Средняя нагрузка на одного электромонтера составляет 70 условных единиц.

Т а б л и ц а 68. УСЛОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Оборудование (сооружение)	Единица измерения	Количество условных единиц
1	2	3
Линии электропередачи напряжением 1—10 кВ на металлических или железобетонных опорах (основаниях) при совместной подвеске проводов напряжением до 1000 В и линий радиотрансляционной сети	1 км	3,0
То же, на деревянных опорах	То же	2,5
Линии электропередачи напряжением 1—10 кВ на железобетонных опорах (основаниях) без совместной подвески проводов	»	2,1
То же, на деревянных опорах без совместной подвески проводов	»	1,7
Линии электропередачи напряжением до 1 кВ на железобетонных опорах (основаниях) при совместной подвеске проводов (независимо от количества установленных проводов)	»	2,4
То же, на деревянных опорах	»	2,2
То же, на деревянных опорах без совместной подвески проводов (независимо от количества установленных проводов)	»	1,7
Кабельные линии электропередачи напряжением до 20 кВ (3 фазы)	»	1,9
Кабельные колодцы	1 шт.	0,3
Вводные кабельные устройства	1 устройство	0,09
Кабельные тоннели	10 пог. м	0,08
Мачтовая подстанция или закрытый трансформаторный пункт с одним трансформатором мощностью до 100 кВ·А	1 пункт	2,3
Закрытый трансформаторный пункт с одним трансформатором мощностью 100 кВ·А и выше	То же	2,5
Закрытый трансформаторный пункт с двумя трансформаторами мощностью каждого 100 кВ·А и выше	»	3,5

1	2	3
Распределительный пункт и подстанция на напряжение 3—20 кВ (учитываются все присоединения к сборным шинам отходящих фидеров, линий и шиносоединительных выключателей)	1 присоеди- нение	2,2
То же, на напряжение до 1 кВ	То же	0,5
Воздушные и кабельные линии связи	1 км	0,6
Электростанции мощностью до 100 кВт, используемые в качестве горячего теплового резерва, которые находятся в постоянной готовности к включению в электросеть	1 электро- станция	10,0
То же, мощностью от 100 до 300 кВт	То же	20,0
То же, мощностью от 300 до 500 кВт	»	30,0
Электростанции мощностью до 100 кВт, используемые в качестве аварийного резерва (холодный резерв и передвижные)	»	5,0
То же, мощностью от 100 до 300 кВт	1 электро- станция	10,0
То же, мощностью от 300 до 500 кВт	То же	15,0
Распределительные пункты, силовые сборки, щиты управления напряжением до 1000 В на животноводческих фермах и в других производственных помещениях совхоза (учитываются все присоединения к сборным шинам отходящих низковольтных фидеров)	1 присоеди- нение	0,5
Электроприводы стационарных и передвижных сельскохозяйственных машин и установок с электродвигателем мощностью до 10 кВт	1 двигатель (1 присоеди- единение)	0,5
То же, с электродвигателем мощностью от 10 до 20 кВт	То же	0,6
Электроприводы стационарных и передвижных сельскохозяйственных машин и установок с электродвигателем мощностью свыше 20 кВт	»	0,7

Энергетическая служба хозяйства

Продолжение

1	2	3
Электроприводы, снабженные приборами автоматического управления, с электродвигателем мощностью до 10 кВт	1 присоединение	0,7
То же, с электродвигателем мощностью от 10 кВт и выше	То же	1,0
Светильники для облучения растений и сельскохозяйственных животных и птицы (за 1 присоединение считается группа светильников на одном отключающем устройстве)	1 присоединение	0,5
Внутренние силовые и осветительные электропроводки на животноводческих фермах и в других производственных помещениях	100 м ² площади помещения	0,5
То же, в общественных, культурно-бытовых и лечебных помещениях	50 м ² площади помещения	0,2
То же, в сельских домах, включая обслуживание вводного устройства	1 дом (1 присоединение)	0,1
Синхронные компенсаторы и батареи статических конденсаторов	1 шт. (батареи)	16,0
Работы по монтажу новых электроустановок (электрификации новых технологических процессов), выполняемые силами эксплуатационного персонала (хозспособом) за счет средств капиталовложений совхоза	На 100 тыс. руб.	300,0
Сварочные трансформаторы	1 установка	0,5
Трансформаторы безопасности	1 присоединение	0,3
Сварочные преобразователи	То же	1,0
Зарядные агрегаты (выпрямители)	1 агрегат	0,5
Электрические сушильные шкафы	1 присоединение	0,5
Электровулканизаторы	1 установка	0,3
Электрические автоклавы	1 присоединение	0,7

Организация энергетической службы

Продолжение

1	2	3
Электроподогрев парникового хозяйства	20 парниковых рам	0,5
Водозлектроподогреватели типа ВЭТ	1 присоединение	0,5
Электрокалориферы мощностью до 40 кВт	1 установка	1,0
Электрокалориферы мощностью свыше 40 кВт	То же	1,5
Электродные котлы	»	3,0
Электрический обогрев полов в животноводческих помещениях	50 м ² площади пола	0,1

Нормативы трудоемкости условной единицы ремонта распределяются следующим образом: техническое обслуживание — 0,5 чел.-ч., смазка — 0,25, текущий ремонт — 4,8, капитальный ремонт — 12,5 чел.-ч.

В настоящее время рекомендуют две формы организации работ по обслуживанию и ремонту энергооборудования. Первая — это форма, при которой все виды работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту выполняют силами внутрихозяйственных энергетических служб. Такая форма рекомендуется для хозяйств с объемом работ более 800 условных единиц.

При второй форме в выполнении работ по обслуживанию и ремонту энергооборудования принимают участие специализированные службы предприятий Агропромэнерго. При данной форме организации работ Агропромэнерго в зависимости от выполняемого объема работ осуществляет комплексное или специализированное обслуживание энергооборудования в хозяйствах.

При комплексном обслуживании Агропромэнерго выполняет в хозяйствах все работы по обслуживанию и ремонту электро-

установок. Эта форма рекомендуется для хозяйств, имеющих объем работ до 300 условных единиц.

При специализированном обслуживании службы сторонних организаций проводят работы в энергоустановках хозяйств вместе с внутрихозяйственными энергетическими службами.

Чтобы определить общий объем работ энергетического хозяйства, учитывают все оборудование и составляют энергетический паспорт. Паспорт включает различные формы учета характеристик энергоустановок, классифицированных по видам энергооборудования в следующие разделы: электроснабжение, теплоснабжение, водоснабжение, газификация, холодильные установки, канализация, телефонизация и радиосвязь. К каждому разделу паспорта прикладывается пояснительная записка, включающая схемы и планы расположения основных объектов электро- и теплосетей, водопровода и т. д., а также краткое описание состояния и технические характеристики распределительных сетей и энергоемких потребителей.

Энергетический паспорт хозяйства (оформляют в виде отдельной книги) подписывают руководитель предприятия, главный инженер и главный энергетик.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Современная материально-техническая база административно-го района по обслуживанию и ремонту энергооборудования в сельском хозяйстве представляет собой комплекс стационарных и передвижных технических средств, которые в зависимости от своего назначения, зоны деятельности и места расположения или базирования подразделяются на следующие группы:

технические средства, расположенные на территории хозяйства;

базы и технические средства, размещенные в районном центре при предприятиях Агропромэнерго;

материально-технические базы области (специализированные предприятия по капитальному ремонту энергооборудования).

В состав материально-технической базы хозяйства входят:
посты технического обслуживания;
пункты текущего ремонта (ПТОРЭ);
энергоремонтные измерительные лаборатории.

Посты технического обслуживания являются основным техническим средством мастерских участков хозяйства, предназначенным для производства работ по техническому обслуживанию и мелкому ремонту энергооборудования, а также для хранения запасных материалов, деталей и узлов энергооборудования, приборов, инструмента и технической документации.

Посты оборудуют при пунктах технического обслуживания технологического оборудования или в любом подходящем помещении одного из производственных объектов монтерского участка.

Пункт текущего ремонта является центральным техническим средством материально-технической базы хозяйства, предназначенным для производства профилактических и диагностических работ, текущего ремонта, испытаний и наладки энергооборудования в стационарных условиях. Пункт рекомендуется размещать в непосредственной близости от центральных ремонтных мастерских и автогаража на центральной усадьбе.

Энергоремонтную измерительную лабораторию используют для диагностики, текущего ремонта, проверки, наладки и испытаний энергооборудования в местах его установки, а также для доставки энергооборудований на пункт текущего ремонта.

В качестве технических средств для обслуживания и ремонта энергооборудования в хозяйствах рекомендованы стационарные и передвижные технические средства, приведенные в таблице 69.

Энергетическая служба хозяйства

**Т а б л и ц а 69. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
БАЗЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ
И ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ**

Объект	Типовой проект (техническая документация) и разработчик	Объем выпол- няемых работ, тыс. чел.-ч	Стоимость, тыс. руб.		Вид работы
			сметная	техно- логиче- ской оснастки	
1	2	3	4	5	6
Производственные участки хозяйств					
Пост электрика	вниптимэсх До 6000 (г. Зерно- град)	1,0	0,6		Техническое об- служивание энер- гооборудования
Пункт техниче- ского обслужи- вания молочно- го комплекса, гол.:					
400	ТП 216—224	0,5	25,4	0,28	То же
800	ТП 216—225	0,7	35,1	1,08	
1200	ТП 216—225	1,1	35,1	1,08	
1600	ТП 216—226	1,4	42,3	2,73	
2000	ТП 216—226	1,8	42,3	2,73	
	Гипросель- хозпром (г. Влади- мир); вниптимэсх (г. Зерно- град)				
Пункт техниче- ского обслужи- вания площадок по откорму КРС, тыс. гол.:					Техническое об- служивание энер- гооборудования
5	ТП 216—228	2,3	58,3	1,62	

Материально-техническая база

Продолжение

1	2	3	4	5	6
10	ТП 216—228	3,5	58,3	1,62	
20	ТП 216—228	5,3	58,3	1,62	
	Гипросель- хозпром (г. Влади- мир); ВНИПТИМЭСХ (г. Зерно- град)				
Пункт техниче- ского обслужи- вания комплек- сов по откорму свиней, тыс. гол.:					
12	ТП 216—227	1,8	36,8	2,9	Техническое
24	ТП 216—227	2,8	36,8	2,9	обслуживание
54	ТП 816—192	9,0	114,4	2,0	энергооборудо-
108	ТП 816—193	14,0	128,6	2,0	вания
	Гипросель- хозпром (г. Влади- мир)				
Центральная усадьба хозяйств					
Пункт техниче- ского обслужи- вания и ремонта энергооборудо- вания (ПТОРЭ), условных ремон- тов в год:				Текущий ремонт, пусконаладоч- ные и контроль- но-измеритель- ные, мелкомон- тажные работы	
2100	ТП 816—1—17, ТП 816—1—18	10,0	51,71	16,63	
4200	ТП 816—1—19, ТП 816—1—20	20,1	59,51	17,34	

Энергетическая служба хозяйства

Продолжение

1	2	3	4	5	6
Центральная ремонтная мастерская с электроучаст- ком для хозяйств с парком трак- торов, шт.:					Текущий ремонт, пусконаладочные и контрольно-из- мерительные, мелкомонтажные работы
25	ТП 816—127	4,6	—	1,0	
50	ТП 816—128	5,0	—	2,4	
75	ТП 816—129	8,3	—	3,2	
100	ТП 816—130	9,5	—	3,6	
150	ТП 816—131	12,8	—	3,6	
200	ТП 816—132	14,1	—	3,6	
	Гипросель- хозпром (г. Влади- мир); базы районного назначения				
Специализиро- ванные мастер- ские по ремонту энергооборудо- вания, тыс. условных ремон- тов в год:					Техническое об- служивание и текущий ремонт; контрольно-из- мерительные, пусконаладочные и монтажные работы, матери- ально-техниче- ское снабжение колхозов и сов- хозов
12,5	ТП 816—3—3 83	32,20	149,38	67,66	
25,0	ТП 816—3—5 83	52,43	177,31	77,98	
50,0	ТП 816—3—7 83	80,97	230,92	102,44	
	ЦИТЭПсель- хозпром (г. Ивано- во); ВНИПТИМЭСХ (г. Зерно- град)				

Материально-техническая база

Продолжение

1	2	3	4	5	6
Станция технического обслуживания животноводческого оборудования	ТП 816—116 10,7 Севкав-ЗНИЭП-сельстрой (г. Ростов-на-Дону); ВНИПТИМЭСХ (г. Зерноград); базы областного назначения	108	—	Техническое обслуживание и текущий ремонт энергооборудования	
Специализированные мастерские по ремонту энергооборудования, тыс. условных ремонтов в год:				Ремонт и проверка контрольно-измерительных приборов и средств автоматики, средств радио- и диспетчерской связи, станций и блоков управления; высоковольтные испытания; изготовление нестандартизированных изделий	
10	ТП 416—7— —212.85	31,64	209,20	59,81	
20	ТП 416—7— —213.85	61,54	239,71	75,66	
40	ТП 416—7— —214.85 ЦИТЭПсельхозпром (г. Иваново); ВНИПТИМЭСХ (г. Зерноград)	113,76	284,65	102,38	

1	2	3	4	5	6
Передвижные технические средства					
Автопередвижная мастерская	МПП-1	4,8	4,9	—	Пусконаладочные и контрольно-измерительные работы, диагностика
Автопередвижная электродиагностическая лаборатория	ЭДЛ-1	5,0	—	—	То же
Электроизмерительная лаборатория на базе автомобиля «Москвич» ИЖ-2715	Электро-служба	3,5	2,4	1,8	»
Передвижные мастерские	ММТОЖ-53	4,8	5,2	—	Монтаж, реконструкция и капитальный ремонт энергооборудования
	МТП-817МЭ	4,8	5,5	—	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Основным мероприятием, направленным на улучшение технического состояния и эффективное использование электроустановок и электрооборудования в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях, является внедрение системы

планово-предупредительного ремонта электрооборудования в сельском хозяйстве (ППРЭСХ).

Система планово-предупредительного ремонта электрооборудования — это совокупность организационных и технических мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования, включающих техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты.

Работы по техническому обслуживанию зависят от вида оборудования и включают контроль технического состояния, проверку его работоспособности, регулирование определяющих параметров, очистку, смазывание, крепление болтовых соединений, замену износившихся элементов оборудования.

В текущий ремонт входит выполнение операций по техническому обслуживанию, разборка, дефектовка, контроль технического состояния элементов, восстановление деталей, сборка. Ремонт может выполняться с заменой отдельных деталей и узлов и сопровождается выдачей определенных гарантий на последующий срок.

Техническое обслуживание и текущий ремонт электроустановок проводят, как правило, в технологические перерывы, при этом следует планировать его выполнение одновременно с ремонтом рабочих машин.

Капитальный ремонт — это ремонт, выполняемый для полного восстановления электрооборудования с заменой его частей, включая и базовые. Капитальный ремонт силового электрооборудования осуществляют на специализированных предприятиях.

Необходимым условием эффективного технического обслуживания и ремонта электрооборудования является планирование и учет проведения этих работ.

Планирование технического обслуживания и ремонта заключается в составлении годового плана выполнения работ. Исходными данными для этого являются сведения по номенклатуре обслуживаемого оборудования по объектам, участкам и в целом по хозяйству.

Таблица 70. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ,

Оборудование	Категория					
	сухие и влажные (влажность до 75 %)			сырые (влажность более 75 %)		
	ТО	ТР	К	ТО	ТР	К
Электродвигатели:						
АО2	3	24	—	3	24	—
4А,Д	3	24	—	3	24	—
АО2СХ	—	—	—	—	—	—
Электропроводка, выполненная кабелем в трубах, коробах, лотках по стенам ферм и т. п.	6	24	180	6	24	180
То же, выполненная изолированными проводами	4	18	96	4	18	96
Скрытая проводка сети освещения	6	24	120	6	24	120
Силовые сборки и щитки освещения	3	24	—	3	24	—
Пускозащитная аппаратура	3	24	—	2	18	—
Средства автоматизации	3	12	—	2	9	—
Электротермическое оборудование	2	12	—	2	12	—
Трансформаторы сварочные	3	24	—	—	—	—
Контрольно-измерительные приборы (КИП)	3	12	—	3	12	—
Осветительные установки	6	24	—	3	24	—
Примечание. ТО — техническое обслуживание; ТР — текущий ремонт; К —						

На основании этих данных, а также технологических карт, инструкций по эксплуатации оборудования разрабатывают годовой график проведения работ по каждому объекту: животноводческой ферме, кормоцеху, мастерским, зерноочистительно-сушильным пунктам и другим объектам.

ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩИХ РЕМОНТОВ

МЕС.

помещения								
пыльные и влажные (влажность 98 %)			особо сырые (влажность более 98 %)			особо сырые с химически активной средой (влажность 80—100 %)		
ТО	ТР	К	ТО	ТР	К	ТО	ТР	К
1,5	18	—	1,5	18	—	1,5	18	—
3	24	—	3	24	—	3	24	—
—	—	—	—	—	—	1,5	24	—
6	24	120	4	18	96	4	18	96
4	18	60	3	12	42	3	12	42
6	24	120	6	24	120	6	24	120
3	24	—	1,5	12	—	1,5	12	—
2	18	—	1	12	—	1	12	—
2	9	—	1	6	—	1	6	—
2	12	—	2	12	—	2	12	—
—	—	—	2	18	—	2	18	—
1	6	—	1	6	—	1	6	—
3	24	—	3	12	—	3	12	—

капитальный ремонт.

Количество плановых профилактических мероприятий определяют исходя из принятой периодичности их выполнения (табл. 70).

При сезонном использовании оборудования дополнительно учитывают необходимость проведения технического обслужива-

ния, связанного с проведением работ по подготовке к хранению и расконсервации оборудования. Трудоемкость этих работ оценивают трудоемкостью технического обслуживания соответствующего оборудования, увеличенной на 15 % (коэффициент 1,15).

Необходимое количество электромонтеров и других рабочих для проведения плановых профилактических мероприятий по ремонту всего энергооборудования рассчитывают, исходя из общего годового объема работ и годового фонда рабочего времени, приходящегося на одного работника (1860 ч).

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

В процессе эксплуатации изоляция электрооборудования подвергается воздействию окружающей среды и нагреву, в результате чего снижаются изоляционные свойства.

Сопротивление изоляции рекомендуется измерять мегомметрами типа М-1101, М-4100/5, М-4100/4 как между двумя изолированными друг от друга токоведущими проводниками, так и между проводником и землей или корпусом (рис. 35). При измерении больших сопротивлений, например, изоляции кабеля или приборов с электрическим экраном, необходимо пользоваться схемой, предусматривающей экранирование от утечки токов (рис. 35, б).

Перед началом измерений переключатель прибора ставят на отметку «килоомы» ($K_{\text{ом}}$), зажимы «линия» и «земля» замыкают накоротко и, вращая рукоятку мегомметра со скоростью не менее 120 мин^{-1} , наблюдают за отклонением стрелки прибора. При измерении корпусной изоляции изолированный токоведущий проводник присоединяют к зажиму прибора «линия», а провод

от заземляющего устройства (корпуса, нулевой провод) — к зажиму «земля». Переключатель диапазонов мегомметра ставят в положение «мегомы» ($M_{\text{ом}}$) и, вращая рукоятку со скоростью не менее 120 мин, по положению стрелки прибора на шкале «мегомв» определяют сопротивление корпусной изоляции (сопротивление относительно земли). Для измерения сопротивления изоляции токоведущих частей относительно друг друга один провод присоединяют к зажиму «линия», а другой — к зажиму «земля», затем проводят измерение аналогично измерению корпусной изоляции. Мегомметр и испытываемую установку рекомендуется соединять проводом марки ПВЛ.

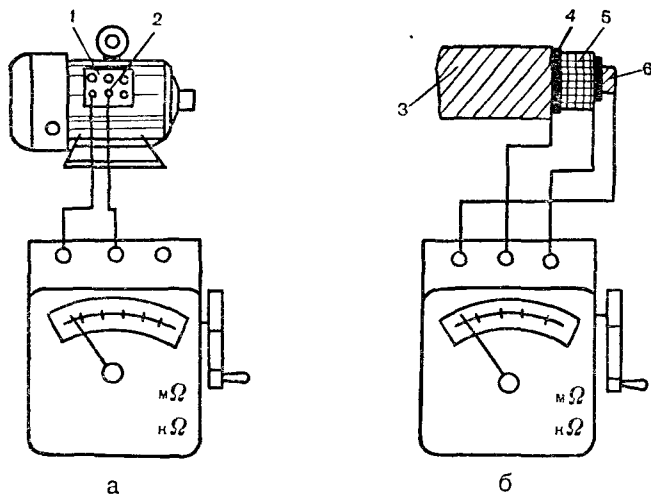


Рис. 35. Схема измерения сопротивления изоляции:

а — электродвигателя; б — кабеля; 1 — клеммный щиток; 2 — выводы катушки; 3 — металлическая защита (оболочка); 4 — изоляция; 5 — экран; 6 — токоведущая жила

Электрооборудование допускается эксплуатировать, если сопротивление его изоляции не превышает нормативных значений, приведенных в таблицах 71, 72.

**Таблица 71. НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ
ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Параметр	Нормативное значение
1	2
Сопротивление изоляции электродвигателей, силового электрооборудования, электропроводок, распределительных устройств и щитков	Не менее 0,5 МОм
Сопротивление изоляции вторичных цепей управления, защиты, измерений и т. д.	Не менее 1,0 МОм
Сопротивление заземляющего устройства, к которому подключены нейтраль генераторов и трансформаторов:	
общее	Не более 4,0 Ом
повторное	Не более 30,0 Ом
Сопротивление заземляющего устройства повторных заземлителей нулевого провода:	
общее	Не более 10,0 Ом
отдельно стоящего заземлителя	Не более 30,0 Ом
Импульсное сопротивление ($R_{\text{и}}$) заземляющего устройства молниезащиты I и II категорий (помещения класса В-1, 1а, 1б, 1г, Н-П, Па в соответствии с ПУЭ глава УП-3), а также помещения для КРС, конюшен (III категории) и отдельно стоящего заземлителя:	
для $\rho < 5 \cdot 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	10 Ом
для $\rho \geq 5 \cdot 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	40 Ом
Импульсное сопротивление ($R_{\text{и}}$) заземляющего устройства молниезащиты помещений III категории:	
для $\rho < 5 \cdot 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	20 Ом
для $\rho \geq 5 \cdot 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	40 Ом

Контрольно-измерительные работы

Продолжение

1	2
Импульсное сопротивление ($R_{и}$) заземляющего устройства штырей изоляторов воздушных линий	10 Ом
Испульсное сопротивление ($R_{и}$) заземляющего устройства штырей изоляторов воздушных линий на ближайшей опоре к месту перехода линии в кабель	20 Ом
Импульсное сопротивление ($R_{и}$) заземляющего устройства труб, башен, вышек и наружных установок с топливом, парами, газами (молниезащита II и III категорий)	50 Ом

**Таблица 72. ПЕРЕВОД ИМПУЛЬСНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ
ЗАЕМЛТЕЛЕЙ В СОПРОТИВЛЕНИЯ РАСТЕКАНИЮ
ТОКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ**

Импульсное сопротив- ление заземлителя ($R_{и}$), Ом	Сопротивление растеканию тока промышленной частоты (Ом) в зависимости от удельного сопротивления грунта ρ , Ом м			
	до 100	500	1000	более 1000
5	5	7,5	10	15
10	10	15	20	30
20	20	30	40	60
40	40	60	80	100
50	50	75	100	150

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сопротивление заземлителя относительно земли и сопротивление заземляющих проводников следует измерять отдельно, причем второе сопротивление позволяет судить о цельности заземляющих проводников, состоянии контактов между отдельными их частями и между этими проводниками и заземляемыми частями установок. Сопротивление заземлителя рекомендуется измерять специальными измерителями заземлений типа М-416.

На рисунке 36 показаны рекомендуемые схемы расположения электродов при измерении сопротивления заземления различных видов заземлительных устройств.

Схему *а* используют при измерении сопротивления (R_z) за-

землителя, выполненного в виде одиночного вертикального стержня. Рекомендуется, чтобы расстояние $a \geq 3l_z$, где l_z — длина вертикального заземлителя. Схему *б* применяют, когда местные условия не позволяют применить схему *а*.

При $l_z \leq 6$ м (чаще всего встречается на практике) можно применять схемы *в* и *г* вместо *а* и *б*.

Схему *д* рекомендуется использовать, когда нужно измерить сопротивление заземлителя, выполненного в виде контура со сравнительно небольшой длиной вертикальных элементов (до 5 м) или контура из одних горизонтальных элементов.

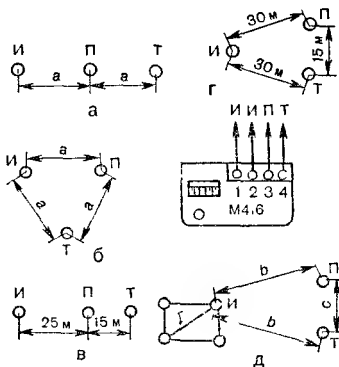


Рис. 36. Схема расположения вспомогательного электрода Т, зонда П, испытываемого заземлителя И:

$B = 1,5$ м при $D > 40$ м;
 $C \geq D$; при $10 \text{ м} < D < 40 \text{ м}$;
 $C \leq 40$ м; при $D < 10$ м, $C = 20$ м

ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЦЕПИ МЕЖДУ ЗАЕМЛИТЕЛЯМИ И ЗАЕМЛЯЕМЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Для измерения сопротивления заземляющей проводки с целью установления ее обрыва, а также для обнаружения аварийного напряжения на оборудовании применяют омметр типа М-372, который позволяет измерять переходные сопротивления в местах соединения проводников в пределах от 0,1 до 50 Ом, обнаруживать наличие на корпусе электроприемника или на заземляющей проводке переменного напряжения от 60 до 380 В. Прибор подключают к измеряемому сопротивлению участка заземляющей проводки специальным щупом, снабженным гибким проводником сопротивлением 0,035 Ом.

Нормы на сопротивление заземляющей проводки нет, но если оно у какого-то аппарата более 0,3 Ом, то проверяют качество переходных контактов цепи, особенно в месте присоединения заземляющей проводки к корпусу заземленного аппарата.

До измерения используют также мосты типа ММВ и УМВ или измеритель заземления М-416 (МС-07 или МС-08). Этими же приборами можно измерять удельное сопротивление грунта при предпроектных изысканиях на месте намеченного сооружения электростанции или подстанции, а также в первый год эксплуатации подстанции и линии передач, если сопротивление заземления каких-либо опор более 15 Ом.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕПИ «ФАЗА — НУЛЬ»

Это основная проверка действия системы заземления, то есть отключения аварийного участка при замыкании на корпус.

Полное сопротивление петли «фаза — нуль» измеряют методом амперметра-вольтметра или специальными приборами МС-07, МС-08, М-417. Методом амперметра-вольтметра измерение сопротивления цепи «фаза — нуль» проводят при отключенном оборудовании по схеме, приведенной на рисунке 37. Для

предотвращения обратной трансформации фазные провода необходимо отсоединить от трансформатора, фазный провод токоприемника присоединить к его корпусу, тем самым создавая петлю «фаза — ноль».

В цепи «фаза — ноль» подводят испытательное напряжение 12—36 В. Для получения необходимого напряжения используют сварочные или понижающие разделительные трансформаторы.

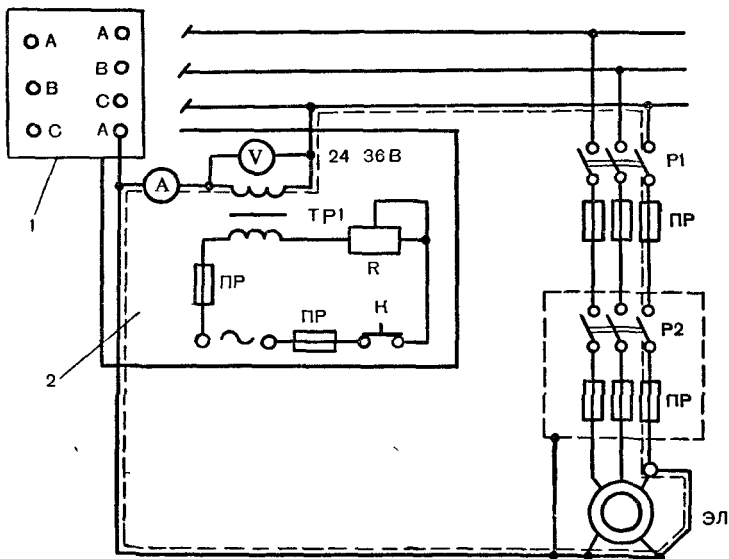


Рис. 37. Схема измерения сопротивления цепи «фаза — ноль» методом амперметра-вольтметра:

1 — силовой трансформатор; 2 — испытательное устройство; ЭЛ — электродвигатель; ПР — предохранитель; P1, P2 — рубильники; TR — трансформатор понижающий; R — добавочное сопротивление; K — кнопка

Чтобы учесть сопротивление всей сети, испытательные трансформаторы включают по возможности ближе к питающему трансформатору, при этом естественные и повторные заземлители и другие проводники не следует отсоединять от сети заземления. Провода вторичной цепи испытательного трансформатора должны быть короткими и иметь сечение не менее сечения фазных проводов измеряемой линии. Измерительные приборы (вольтметр и амперметр) должны иметь класс точности не ниже 0,5, вольтметр — пределы измерения 0—15, 0—65 В.

Сопротивление петли ($z_{ф.0}$, Ом) определяют по формуле

$$z_{ф.0} = \frac{U}{I} + \frac{z_{тр}}{3},$$

где U — показания вольтметра, В;

I — показания амперметра, А;

$z_{тр}$ — расчетное сопротивление обмотки трансформатора, Ом (табл. 73).

Полное сопротивление петли «фаза — нуль» измеряют приборами типа МС-07, МС-08 в такой последовательности. Снижают нагрузку со стороны низкого напряжения и отключают трансформатор со стороны высокого напряжения. Зажимы прибора соединяют попарно перемычками. К зажимам прибора подключают любой из фазных и нулевой провод, расположенные у потребителя. Вращая ручку прибора со скоростью 90—150 мин⁻¹, по показаниям стрелки прибора определяют искомое сопротивление.

При использовании в сети напряжением 380/220 В специального прибора типа М-417 измерение проводят следующим образом. Ручку «Калибровка» ставят в крайнее левое положение, к зажимам прибора подключают соединительные провода: один провод — к корпусу испытуемого объекта в месте, зачищенном от краски, а второй — к одной из фаз сети на распределительном щите. Напряжение на участке сети отключают.

Таблица 73. РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЙ
ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЯХ
НА ЗЕМЛЮ НА СТОРОНЕ 400 В

Трансформатор	Мощность, кВ · А	$z_{тр}/3$, приведенное к напряжению 400 В, Ом
ТМ	16	1,544
ТМ-20	20	1,452
ТМ-25	25	1,203
ТМ-30	30	1,110
ТМ-40	40	0,862
ТМ-50	50	0,722
ТМ-63	63	0,544
ТМА-60	60	0,797
ТСМА-60	60	0,512
ТМ-100	100	0,358
ТМА-100	100	0,557
ТСМА-100	100	0,399
ТМ-160	160	0,233
ТМ-180	180	0,204
ТМ-250	250	0,144
ТМ-320	320	0,117
ТМ-400	400	0,106
ТМФ-400	400	0,117
ТМ-560	560	0,087
ТМ-630	630	0,082
ТМФ-630	630	0,091
ТМ-750	750	0,059
ТМ-1000	1000	0,042
ТМФ-1000	1000	0,048
ТМА-1000	1000	0,067
ИМАФ-1000	1000	0,072

Примечание. Соединение обмоток трансформатора «звезда — звезда» с нулевой точкой.

По сопротивлению петли «фаза — нуль» ($z_{ф.0}$) ток короткого замыкания (I, А) определяют по формуле

$$I_{к.з} = \frac{U_{ср}}{Z_{ф0}},$$

где $U_{ср}$ — среднее значение питающего напряжения, В.

Сопротивление цепи «фаза — нуль» считается нормальным, если расчетный ток короткого замыкания превышает номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя не менее чем в 3 раза или максимальный ток срабатывания расцепителя соответствующего автомата превышает номинальный ток в 1,5 раза.

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИКОСНОВЕНИЯ

Напряжение прикосновения измеряют в животноводческих помещениях с электрообогреваемыми полами и устройствами для выравнивания потенциала. Согласно ПУЭ, ПТЭ и ПТБ устройствами для выравнивания потенциала снабжают установки с большими токами замыкания на землю, а также помещения, имеющие протяженное металлическое и другое токопроводящее технологическое оборудование, на котором из-за пробоя изоляции электроустановок может появиться потенциал.

Допускается эксплуатировать животноводческие помещения с протяженным металлическим технологическим оборудованием без устройства выравнивания потенциала при условии, что это оборудование будет изолировано от корпусов электроустановок (помещения ферм, в которых механизированы только процессы доения и поения) или снабжено быстродействующими защитно-отключающими устройствами.

Для обеспечения безопасности при проведении измерений выбирают такое испытательное напряжение, при котором на системе зануления оно не превысит 12 В, а на заземлителе контролируемой установки — 36 В.

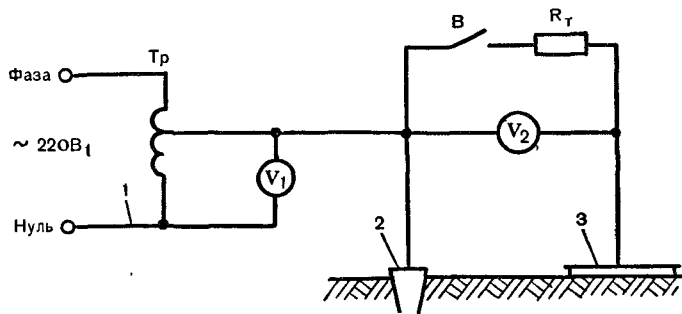
Измерения проводятся в следующем порядке. Нулевой провод питающей сети отсоединяют от силового щита на вводе в помещение прибором М-416 или МС-08, измеряют сопротив-

ление заземления электроустановки (R_0) и сопротивление сети зануления (R_n). При снятом напряжении собирают схему измерения (рис. 38). Подают напряжение, контролируемое вольтметром V_1 . Вольтметром V_2 измеряют напряжение U'_k между заземлителем электроустановки и металлическим штырем, заглубленным на 20—30 см на расстоянии не менее 25 м от заземлителя. Этим же вольтметром измеряют напряжение между заземлителем и электродом, имитирующим ступню человека — $E_{др}$. При включенном выключателе В вольтметром измеряют напряжение прикосновения — U_2 .

Уточняют напряжение прикосновения по формуле

$$U'_{пр} = \frac{2}{\frac{1}{E_{др}} + \frac{1}{U_2}}.$$

Определяют относительное значение напряжения прикосновения:



Р и с. 38. Схема напряжения прикосновения:

1 — автотрансформатор; 2 — заземлитель электроустановки; 3 — электрод, имитирующий ступню человека (выполнен в виде медной пластины); R_T — резистор, имитирующий сопротивление человека ($R_T = 1000 \text{ Ом}$)

$$U''_{\text{пр}} = \frac{U'_{\text{пр}}}{U'_k}.$$

Электрод, имитирующий ступню человека, должен располагаться на расстоянии 0,8 м от корпуса электрооборудования или металлических частей, связанных с ним электрически.

В процессе измерений необходимо поддерживать постоянным испытательное напряжение, контролируемое вольтметром.

Абсолютное значение напряжения равно:

$$U_{\text{пр}} = U''_{\text{пр}} U_k,$$

где U_k — абсолютное значение напряжения на корпусе при повреждении электроустановки, В.

Абсолютное значение напряжения на корпусе электроустановки (приближенное) находят по формуле

$$U_k = I_{k.з} \frac{z_n + R_3}{z_n + R_3 + R_n},$$

где z_n — модель комплексного сопротивления нулевого провода, Ом;

$$z_n = l \sqrt{0,09 + r_o^2},$$

где l — длина линии 0,4 кВ, питающей электроустановку, км;

r_o — удельное активное сопротивление нулевого провода, Ом/км (табл. 74).

**Т а б л и ц а 74. УДЕЛЬНОЕ АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ
АЛЮМИНИЕВЫХ И СТАЛЕАЛЮМИНИЕВЫХ
ПРОВОДОВ, Ом/км**

Марка провода	Сечение, мм ²								
	10	16	25	35	50	70	75	120	150
А	—	1,98	1,28	0,92	0,64	0,46	0,34	0,27	0,21
АС	3,12	2,06	1,38	0,85	0,65	0,46	0,33	0,27	0,21

Напряжения прикосновения для сельскохозяйственных животных определяют аналогично, но при этом сопротивление тела животного (R_t) следует имитировать резисторами сопротивлением 200 Ом для крупного рогатого скота и 400 Ом — для свиней. Расстояние от электроустановки до электрода, имитирующего задние ноги животного, принимают 1,7 м для крупного рогатого скота и 0,2—1 м — для свиней в зависимости от их возраста. Относительное значение напряжения прикосновения определяют по формуле

$$U''_{пр} = \frac{U_2}{U'_x}.$$

Максимально допустимые значения напряжения прикосновения и шага приведены в таблице 75.

Таблица 75. МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИКОСНОВЕНИЯ И ШАГА

Характер воздействия на животных	Значение напряжения, В	Время действия, с	Примечание
Безопасное и безвредное	2	Неограниченно	Допускается эксплуатация
Безопасное, но вызывающее вредные последствия (снижение продуктивности, ухудшение аппетита и т. д.)	24	»	Допускается эксплуатация с указанием сроков снижения напряжения прикосновения и (или) шага
Опасное	$U_{доп} = 20 \left(1 + 0,5, + \frac{1}{t} \right),$ где t — время прикосновения	Более 5	Эксплуатация не допускается

ПРОВЕРКА УСТРОЙСТВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Проверка устройств молниезащиты предусматривает определение зоны защиты и измерение сопротивления заземления.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой $h \leq 60$ м представляет собой корпус с ломаной образующей (рис. 39), основанием которого является круг радиусом $R = 1,5h$. Объект считается защищенным, если он находится внутри описанного конуса. Защищенность объекта можно проверить аналитически и графически.

Для графического построения образующей конуса зоны защиты следует:

соединить вершину молниеотвода с точками, расположенными на уровне земли, отстоящими от основания молниеотвода на расстоянии в обе стороны от него;

$$r = \frac{R}{2} = 0,75h;$$

соединить точку на молниеотводе, расположенную на высоте $0,8h$, с точками на уровне земли, отстоящими от основания на расстоянии $R = 1,5h$ в обе стороны.

Образующую ломаную составляют внешние линии построения.

Для определения защищенности объекта рекомендуется вычерчивать его в масштабе чертежа молниеотвода и визуальнo определять нахождение его в зоне защиты.

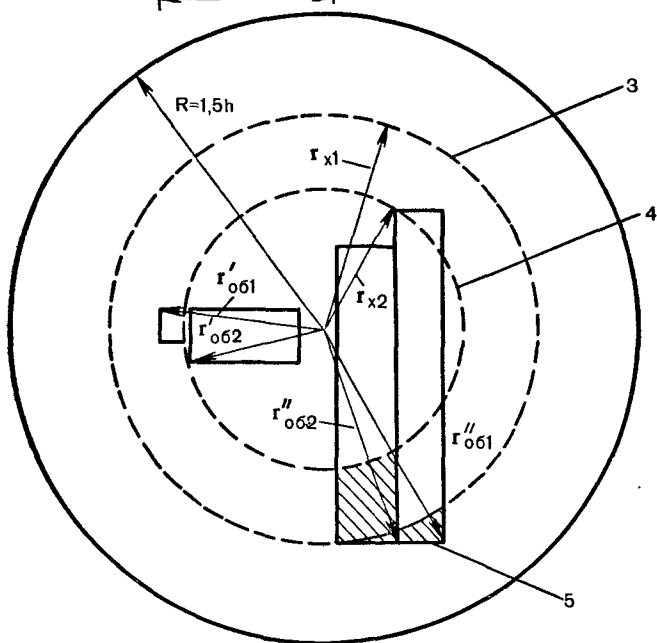
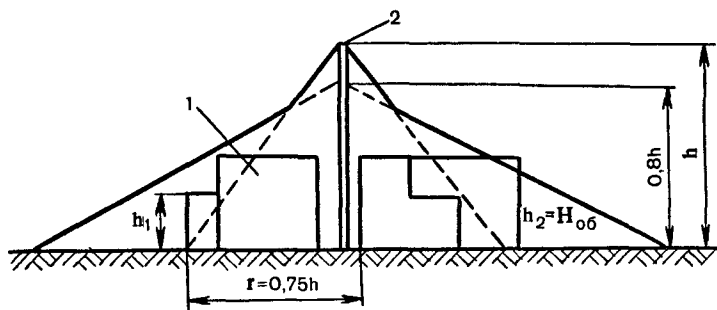
Аналитически защищенность определяют по формулам

$$r_x = 1,5(h - 1,25h_x), \text{ при } 0 \leq h_x \leq \frac{2}{3}h;$$

$$r_x = 0,75(h - h_x), \text{ при } \frac{2}{3}h < h_x < h,$$

где r_x — радиус зоны защиты на высоте h_x , м;

h_x — высота рассматриваемой точки объекта, м.



Объект можно считать защищенным, если

$$r_x \geq r_{об},$$

где $r_{об}$ — расстояние до самой удаленной от молниеотвода точки объекта, находящейся на высоте h_{x1} , и до самой высокой точки объекта, находящейся на высоте $h_{x2} = H_{об}$ ($H_{об}$ — габаритные размеры объекта).

Сопротивление заземления устройств молниезащиты измеряют по описанной выше методике. Сопротивление заземления растеканию тока промышленной частоты на импульсное сопротивление пересчитывают по таблице 74. Нормативные значения импульсного сопротивления приведены в таблице 71.

Р и с. 39. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 60 м:

1 — полностью защищенный объект $r_x > r'_{об}$; 2 — молниеотвод; 3 — граница зоны защиты на высоте h_1 ; 4 — граница зоны защиты на высоте $h_2 = H_{об}$; 5 — незащищенная часть объекта $r_x < r''_{об}$

Общие требования техники безопасности, выполняемые при эксплуатации электрооборудования, сводятся к следующему.

Каждый работник, поступающий на предприятие, должен пройти медицинское освидетельствование и вводный инструктаж, о чем делают отметку в специальном журнале.

Единая программа обучения работников правилам техники безопасности рассчитана на 12—18 ч. Обучение проводят ежегодно, по окончании обучения специальная комиссия проверяет знания работников и заносит в протоколы результаты проверки. На основании этого каждому работнику выдается удостоверение по технике безопасности.

Через каждые два года электрики, обслуживающие электроустановки, должны пройти повторное медицинское освидетельствование. Для лиц, нарушивших требования техники безопасности, предусматривают внеочередную проверку знаний.

В каждом колхозе, совхозе и на других предприятиях должно быть выделено лицо, ответственное за электрохозяйство. Им может быть главный или старший энергетик, имеющий квалификацию по технике безопасности не ниже IV группы.

Для обеспечения безопасной работы обслуживающего персонала применяют общие и специальные средства защиты.

Общие средства предназначены для защиты людей и животных, соприкасающихся с электроустановками. К ним относятся стационарные конструктивные устройства установок: изоляция, заземление, ограждения, предупредительные плакаты.

Специальные средства предназначены для защиты работников, непосредственно обслуживающих электроустановки. К ним относятся изолирующие (основные и дополнительные) и ограждающие защитные средства.

Основными изолирующими средствами являются: диэлектрические перчатки, изолирующие токоизмерительные клещи, монтерский инструмент с изолированными рукоятками, указатели напряжения, диэлектрические боты, галоши, изолирующие коврики, подставки относятся к дополнительным защитным средствам.

Для временного ограждения токоведущих частей электроустановок используют ограждающие защитные средства: временные переносные заземления, переносные щиты, изолирующие накладки и предупредительные плакаты.

Периодичность испытаний специальных защитных средств в электроустановках приведена в таблице 76.

Для безопасной работы на высоте применяют предохранительные пояса, монтерские когти, стремянки и приставные лестницы и др.

Испытывают защитные средства в специальных лабораториях, после чего составляют протокол в двух экземплярах. Один экземпляр должен храниться у организации, использующей защитное средство.

Перед проведением работ в электроустановках с полным или частичным снятием напряжения проводятся следующие организационно-технические мероприятия:

- отключают установку и принимают меры по исключению самопроизвольного или ошибочного включения коммутационной аппаратуры;

- устанавливают необходимые ограждения и вывешивают предупредительные плакаты;

- устанавливают переносные заземления, которые вначале присоединяют к «земле», а затем, после проверки отсутствия напряжения, накладывают заземляющее устройство на шины;

Таблица 76. НОРМЫ И СРОКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ИСПЫТАНИЙ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ,
НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ
(периодические испытания)

Защитные средства	Напряже-ние элек-тромагнит-ных полей, кВ	Испытательное на-пряжение, кВ	Про-должи-тельность воздействия, мин	Ток утечки, мА	Сроки периоди-ческих, мес.	
					испы-таний	осмот-ров
1	2	3	4	5	6	7
Изолирующие клещи	До 1	2	5	—	24	12
	До 35	Трехкратное линейное, но не ниже 40	5	—	24	12
Токоизмеритель-ные клещи	До 0,04	0,5	5	—	12	6
	0,04—0,65	2	5	—	12	6
	0,65—1	3	5	—	12	6
	1—10	40	5	—	12	6
Указатели напря-жения	До 110	Трехкратное линейное, но не менее 40	5	—	12	6
Изолирующие средства для ремонтных работ под напряжением	До 110	Не менее трех-кратного фаз-ного	6	—	6	3
Монтажный инструмент с изо-лирующими руч-ками	До 1	2	1	—	12	6
Перчатки резино-вые диэлектриче-ские	До 1	2,5	1	2,5	6	Перед при-мене-нием

1	2	3	4	5	6	7
	Выше 1	6	1	6,0	6	Перед при- мене- нием
Боты резиновые	Для всех напря- жений	15	1	7,5	36	12
Галоши резиновые	До 1	3,5	1	2,0	12	6

оформляют наряды на производство работ и допуск к ра-
боте.

Предупредительные плакаты подразделяются на следующие
группы:

предостерегающие («Под напряжением, опасно для жизни!»,
«Не влезай — убьют!», «Стой, опасно для жизни!», «Не включать,
работа на линии!»);

разрешающие («Работать здесь», «Влезать здесь»);

напоминающие («Заземлено»).

В целях электробезопасности все работы выполняют по
письменному распоряжению руководителя хозяйства. Работы с
полным и частичным снятием напряжения с электроустановок
поручают оперативному персоналу или проводят под его на-
блюдением. Все распоряжения заносят в журнал дежурства
с указанием, кем они выданы.

Право на выдачу нарядов и распоряжений имеет главный
или старший энергетик, а также лица, уполномоченные при-
казом главного энергетика.

Для защиты людей и животных от поражения электриче-

ским током корпус электрооборудования и другие металлические части его заземляют или зануляют.

Для заземления используют естественные и искусственные заземлители. К естественным относят различные трубопроводы, проложенные в земле (за исключением трубопроводов горючих жидкостей и газов), а также трубопроводы, покрытые изоляцией, обсадные трубы, металлоконструкции и арматуру железобетонных сооружений.

В соответствии с Правилами устройств электроустановок все естественные заземлители должны быть связаны с заземляющими магистралями не менее чем двумя проводниками, присоединенными к заземлителю в разных местах.

Размеры стальных заземлителей и заземляющих проводников должны быть не менее:

при использовании уголковой стали толщиной полк 2 мм — в здании, 2,5 мм — в наружных установках и 4 мм — в земле;

при использовании стальных газопроводных труб толщиной стенок 1,5 мм — в здании, 2,5 мм — в наружных установках и 3,5 мм — в земле;

при использовании стали прямоугольного профиля сечением 24 мм² при толщине 3 мм — в здании и 48 мм² при минимальной толщине 4 мм — в земле и наружных установках.

В помещениях, где установлено большое количество электрооборудования, по внутренним стенам прокладывают магистральную линию заземления, выполненную полосовой (не менее 3×8 мм) или круглой (диаметром не менее 5 мм) сталью. Линию заземления соединяют с нулевым проводом при вводе его в помещение. Заземляющие проводники между собой сваривают внахлестку.

Корпуса электродвигателей, электроаппаратуры и т. п. заземляют гибкими проводниками с наконечниками для болтовых соединений. На вводах в животноводческие помещения должно быть выполнено повторное заземление нулевого провода.

Сопротивление заземляющих устройств в производственных электроустановках необходимо измерять не реже одного раза в год, полное сопротивление петли «фаза — нуль» для наиболее удаленных и мощных электроприемников — при приемке в эксплуатацию и периодические — во время эксплуатации (раз в пять лет). Сопротивление заземления следует измерять в летний период при сухой погоде.

Для обеспечения пожарной безопасности во всех производственных помещениях и пожароопасных установках на открытом воздухе должны быть установлены средства для тушения пожаров: химические огнетушители, ящики с песком, багры, топоры, противопожарный водопровод и др.

Следует помнить, что при использовании воды для тушения пожара в электроустановках необходимо принять специальные меры защиты от поражения током через струю воды.

При пожаре трансформатор должен быть отключен с обеих сторон, после чего приступают к тушению огня любыми средствами.

При тушении загоревшегося кабеля, расположенного в тунелях, каналах и других помещениях, используют воздушно-механическую пену, распыленную воду, а также кислотные и бромэтиловые огнетушители.

Прежде чем приступить к тушению загоревшихся щитов управления, силовых шкафов и т. п., необходимо снять напряжение.

Для питания пожарных рукавов от водопроводной сети в специальных колодцах устраивают пожарные гидранты, которые обозначают указателями, нанесенными на стенах зданий вблизи колодцев.

Из химических средств наибольшее применение получили углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8, предназначенные для тушения небольших очагов пожара и приводимые в действие вручную. Углекисотно-бромэтиловые огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7 эффективны при тушении тлеющих материа-

лов, а также электроустановок, находящихся под напряжением.

Первую помощь при поражении человека электрическим током должен уметь оказать каждый из обслуживающего персонала. Работника, соприкоснувшегося с токоведущими частями, необходимо как можно скорее освободить от действия тока, не забывая при этом о мерах личной предосторожности. В первую очередь необходимо отключить установку ближайшим выключателем или прервать цепь, перерезав провод инструментом с изолирующей ручкой (ножом, кусачками, топором и т. п.).

Если напряжение до 400 В, можно использовать любые непроводящие ток предметы (шест, доска и др.).

Если напряжение более 400 В и быстрое отключение его невозможно, то следует либо изолировать пострадавшего от токопроводящих частей, находящихся под напряжением, при помощи защитных средств (штанги, клещи для предохранителей, диэлектрические боты и перчатки), либо вызвать автоматическое отключение установки, сделав короткое замыкание на расстоянии, безопасном для пострадавшего.

При отключении установки необходимо исключить возможность падения пострадавшего, если он находится на высоте, а также обеспечить наличие какого-либо резервного источника освещения.

После отключения линии напряжением выше 1000 В на ней может сохраниться емкостный потенциал, опасный для жизни человека, поэтому линию необходимо надежно заземлять.

Затем следует срочно вызвать врача, а до его прихода оказать первую помощь пострадавшему, освободив его от стесняющей одежды.

В том случае если после освобождения от действия электрического тока пострадавший находится в тяжелом состоянии, не дышит или дышит тяжело, необходимо сделать искусственное дыхание.

Перед началом искусственного дыхания пострадавшего кладут на спину, под лопатки помещают валик из одежды, запрокидывают ему голову, раскрывают рот, если он судорожно сжат. Оказывающий помощь делает глубокий вдох, плотно (можно через платок) прижимает свой рот ко рту пострадавшего и с силой вдует воздух, при этом пальцами закрыв нос пострадавшего. Вдуть воздух можно и через нос, закрыв при этом рот пострадавшего. Воздух вдывают через каждые 5—6 с.

При отсутствии пульса у пострадавшего приступают к массажу сердца, чередуя его с искусственным дыханием. Оказывающий помощь накладывает на нижнюю часть груди пострадавшего обе руки ладонями вниз и периодически, 60—80 раз в 1 мин, надавливает на грудь. На каждые 60 сжатий грудной клетки производят 14—15 вдуваний в 1 мин.

Искусственное дыхание и массаж сердца выполняют до появления самостоятельного дыхания. Наиболее эффективно искусственное дыхание, когда его выполняют два лица.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Утверждаю

Руководитель предприятия

« _____ » _____ 19 ____ г.

План

организационно-технических мероприятий

по рациональному использованию энергоустановки и экономии энергии
на 19 ____ г. по предприятию _____

(наименование хозяйства)

№ п/п	Наименование меро- приятий	Срок выпол- нения	Ожидаемая экономия энергии от выполненного мероприятия по кварталам, тыс кВт ч					Ожи- даемая эконо- миче- ская эффе- ктив- ность, тыс. руб.	Ответственный исполнитель
			I	II	III	IV	За год		

Ферма № 1 КРС

1	Замена ненагру- женных элект- родвигателей	I кв.	10	10	10	10	10	10	Ст. электро- монтер Иванов В. А.
2	Замена ламп на- каливания и лю- минесцентных	II кв.	5	5	2	5	17	3	
.									
Итого									

Главный энергетик _____ (подпись)

Приложение 2
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Оборудование

Обозначение

Машина электрическая (общее обозначение)

Примечание. Внутри окружности допускается указывать следующие данные: род машины (генератор — Г, двигатель — Д, возбудитель — В, газотурбогенератор — ГГ, тахогенератор — ТГ), род тока, число фаз, например

генератор трехфазный

двигатель трехфазный с соединением

обмоток статора в «звезду»



Машина асинхронная, трехфазная, с фазным ротором, обмотка которого соединена в «звезду»



Машина постоянного тока с независимым возбуждением



Оборудование

Обозначение

Машина постоянного тока с последовательным возбуждением



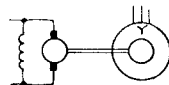
Машина постоянного тока с параллельным возбуждением



Машина постоянного тока со смешанным возбуждением



Агрегат, состоящий из асинхронного трехфазного двигателя с короткозамкнутым ротором и генератора постоянного тока с параллельным возбуждением



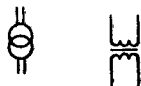
Катушка индуктивности (дроссель без сердечника)



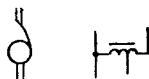
Оборудование

Обозначение

Трансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником



Автотрансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником



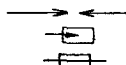
Усилитель магнитный с двумя рабочими и общей управляющей обмотками. Черта, пересекающая обмотки, обозначает сердечник (магнитопровод), который охватывается этими обмотками



Промежуток искровой защитный

Разрядник (общее обозначение)

Предохранитель плавкий (общее обозначение)



Примечание. Допускается в обозначении предохранителя отмечать жирной чертой сторону, которая остается под напряжением



Лампа накаливания осветительная и сигнальная



Оборудование	Обозначение
Примечание. Допускается при изображении сигнальных ламп секторы зачернять	
Лампа газоразрядная осветительная и сигнальная (общее обозначение)	
Лампа газоразрядная ультрафиолетового излучения	
Лампа накаливания инфракрасного излучения	
Электронагреватель:	
а) сопротивления	
б) индукционный	
Батарея из гальванических или аккумуляторных элементов	

Оборудование

Обозначение

Контакт коммутационного устройства (общее обозначение):

а) замыкающий



б) размыкающий



в) переключающий



г) переключающий без размыкания цепи



д) с двойным замыканием



е) с двойным размыканием



Контакт импульсный замыкающий:

а) при срабатывании



б) при возврате



в) при срабатывании и возврате



Приложения

Продолжение

Оборудование

Обозначение

Контакт импульсный размыкающий:

а) при срабатывании



б) при возврате



в) при срабатывании и возврате



Контакт в контактной группе, срабатывающий раньше по отношению к другим контактам группы:

а) замыкающий



б) размыкающий



Контакт в контактной группе, срабатывающий позже по отношению к другим контактам группы:

а) замыкающий



б) размыкающий



Контакт замыкающий с замедлителем, действующим:

а) при срабатывании



Оборудование	Обозначение
б) при возврате	
в) при срабатывании и возврате	

Контакт размыкающий с замедлителем, действующим:

а) при срабатывании



б) при возврате

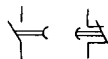


в) при срабатывании и возврате



Примечания 1 Замедление происходит при движении в направлении от дуго к ее центру

2 Обозначение замедлителя допускается изображать с противоположной стороны обозначения подвижного контакта, на пример



контакт без самовозврата:

а) замыкающий



б) размыкающий



Приложения

Оборудование	Продолжение Обозначение
контакт с самовозвратом:	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
Примечание. Обозначение самовозврата следует использовать только при необходимости специального подчеркивания наличия самовозврата в контактном узле, как правило, не имеющего его. Аналогично для обозначения отсутствия самовозврата	
Контакт для коммутации силовоточной цепи:	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
в) замыкающий дугогасительный	
г) размыкающий дугогасительный	
Контакт разъединителя	

Оборудование	Обозначение
Контакт выключателя-разъединителя	
Контакт с автоматическим возвратом при перегрузке	
Контакт с механической связью (общее обозначение):	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
Контакт, чувствительный к температуре (термо-контакт):	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
Контакт электротеплового реле при разнесенном способе изображения реле	
Выключатель:	
а) однополюсный	
б) многополюсный, например трехполюсный	

Приложения

Продолжение

Оборудование

Обозначение

Выключатель:

а) однолинейный



б) многолинейный



Выключатель трехполюсный с двумя замыкающими и одним размыкающим контактами



Выключатель двухполюсный, замыкающий одну цепь раньше размыкания другой



Выключатель трехполюсный с автоматическим возвратом



Примечание. При необходимости указания величины, при изменении которой происходит возврат, используют следующие знаки:

а) максимального тока

$I >$

б) минимального тока

$I <$

в) обратного тока

$I \leftarrow$

г) максимального напряжения

$U >$

д) минимального напряжения

$U <$

е) максимальной температуры

$T >$

Приложения

Продолжение

Оборудование

Обозначение

Примечание. Знаки ставят около обозначения выключателя, например:

выключатель трехполюсный автоматический
- максимального тока



выключатель путевой:

а) однополюсный



б) многополюсный, например трехполюс-
ный



Разъединитель трехполюсный



Выключатель-разъединитель трехполюсный



Переключатель однополюсный



Переключатель многополюсный, например трех-
полюсный



Примечание. В приведенных обозначениях предполагается, что коммутационные устройства не имеют самовозврата

Оборудование

Обозначение

Выключатель однополюсный с самовозвратом:

а) замыкающий



б) размыкающий



Выключатель кнопочный нажимной:

а) с замыкающим контактом



б) с размыкающим контактом



Выключатель кнопочный вытяжной:

а) с замыкающим контактом



б) с размыкающим контактом



Выключатель кнопочный поворотный:

а) с замыкающим контактом



б) с размыкающим контактом



Примечание. В приведенных обозначениях предполагается, что кнопочные выключатели имеют самовозврат

Оборудование

Обозначение

Выключатель кнопочный без самовозврата:

а) нажимной с возвратом посредством вытягивания кнопки



б) нажимной с возвратом посредством вторичного нажатия кнопки



в) нажимной с возвратом посредством отдельного привода, например нажатием специальной кнопки (сброс)

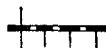


Контакт скользящий:

а) по линейной токопроводящей поверхности



б) по нескольким линейным токопроводящим поверхностям



в) по кольцевой токопроводящей поверхности



г) по нескольким кольцевым токопроводящим поверхностям



Примечание. Соотношение длин проводящих и изолированных участков, а также их количество определяется конструкцией изделия

Обмотка реле, контактора и магнитного пускателя (общее обозначение)



Оборудование

Обозначение

Примечание. Если необходимо показать вид обмотки реле, используют следующие обозначения:

а) обмотка токовая



б) обмотка напряжения



Примечание. Для указания типа реле в обозначение вписывают следующие буквы:

реле тока

Т

реле напряжения

Н

реле мощности

М

реле сопротивления

С

реле времени

В

реле указательное

У

реле синхронизации

Сн

реле промежуточное

П

реле температурное

Т°

реле струйное

Ст

реле газовое

Г

Приложения

		Продолжение
Оборудование		Обозначение
реле давления		Д
реле скорости		Ск
Искатель шаговый с одним движением и безобрывным переключением		
Звонок электрический (общее обозначение)		
Сирена электрическая		
Гудок		
Ревун		
Трещотка электромагнитная		
Токоъемник троллейный		

Оборудование

Обозначение

Диод полупроводниковый. Выпрямитель полупроводниковый (столб полупроводниковый), состоящий из одного или нескольких последовательно, параллельно или смешанно соединенных диодов



Диод управляемый (тиристор диодный) (общее обозначение)



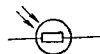
Триод полупроводниковый типа р—п—р



Триод полупроводниковый типа п—р—п



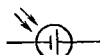
Фоторезистор



Фотодиод

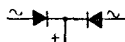


Фотоэлемент полупроводниковый



Схемы соединений полупроводниковых диодов:

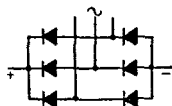
а) однофазное с нулевым выводом



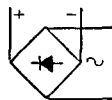
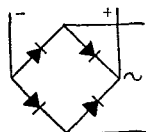
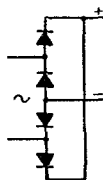
Оборудование

Обозначение

б) трехфазное мостовое



в) однофазное мостовое



Электронные лампы:

а) диод



б) диод двойной



в) триод



Сопротивление:

а) нерегулируемое



б) регулируемое



в) регулируемое без разрыва цепи



Соединение линии связи с землей (заземление)



Соединение провода с общим металлическим корпусом



Контактное соединение



Неоновая лампа



Ответвление линии электрической связи



Пробой изоляции на землю



Михальчук А. Н.

М69 **Спутник сельского электрика: Справочник.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Росагропромиздат, 1989.— 254 с.: ил. ISBN 5-260-00123-0**

В книге рассмотрены вопросы рационального использования электрической энергии в колхозах и совхозах. Приведены примеры выбора и расчета электрических средств, рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования, нормативные материалы по эксплуатации оборудования и технике безопасности.

В отличие от первого издания (вышло в 1983 г.) приведены расчетные электротехнические формулы, характеристики качества электроэнергии, примеры использования солнечной энергии.

Предназначена для инженерно-технических работников и сельских электриков.

М $\frac{3703000000-121}{M104(03)-89}$ 47—89

**ББК 40.7
631.3**

Справочное издание

Михальчук Альберт Николаевич

СПУТНИК СЕЛЬСКОГО ЭЛЕКТРИКА

Справочник

Зав. редакцией З. М. Чуприна

Редактор Е. В. Шувалова

Художественный редактор А. В. Заболотный

Переплет художника Е. Г. Клодта

Технический редактор Т. Н. Каждан

Корректоры Г. Д. Кузнецова, А. В. Садовникова

ИБ № 2547

Сдано в набор 23.01.89. Подписано в печать 07.07.89.
Формат 70×108¹/₁₆. Бумага офс. книжно-журнальная.
Гарнитура таймс. Печать высокая. Усл. печ. л. 11,2. Усл.-
кр.-отт. 11,55. Уч.-изд. л. 10,92. Тираж 130 000 экз. Заказ
№ 41. Изд. № 1223. Цена 70 коп.

Росагропромиздат, 117218, Москва, ул. Кржижановского,
д. 15, корп. 2

Книжная фабрика № 1 Государственного комитета РСФСР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
144003, г. Электросталь Московской области, ул. им. Тевос-
сяна, 25.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ. ЭНЕРГИЯ

Наименование единиц	кгс · м	Дж	кВт · ч	ккал
1 килограмм-сила-метр (кгс · м)	1	9,81	$2,72 \cdot 10^{-6}$	$2,34 \cdot 10^{-3}$
1 джоуль (ватт-секунда, Дж)	0,102	1	$0,278 \cdot 10^{-6}$	$2,39 \cdot 10^{-4}$
1 киловатт-час (кВт · ч)	$3,67 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^6$	1	860
1 килокалория (ккал)	427	$4,19 \cdot 10^3$	$1,16 \cdot 10^{-3}$	1

МОЩНОСТЬ

Наименование единиц	кгс · м/с	л. с.	Вт	кВт	ккал/с
1 килограмм-сила-метр на секунду (кгс · м/с)	1	$1,33 \cdot 10^{-2}$	9,81	$9,81 \cdot 10^{-3}$	$2,34 \cdot 10^{-3}$
1 лошадиная сила (л. с.)	75	1	736	0,736	0,176
1 ватт (Вт)	0,102	$1,36 \cdot 10^{-3}$	1	10^{-3}	$0,239 \cdot 10^{-3}$
1 килокалория на секунду (ккал/с)	427	5,69	$4,19 \cdot 10^3$	4,19	1
1 киловатт (кВт)	102	1,36	1000	1	0,239

ДАВЛЕНИЕ

Наименование единиц	атм	ат	ртутный столб, м	водяной столб, м	бар
Атмосфера физическая нормальная (атм)	1	1,0332	0,75	10,3333	1,013
Атмосфера техническая (1 кгс/см ² , ат)	0,9678	1	0,73555	10	0,981
1 м ртутного столба	1,3158	1,3595	1	13,595	1,335
1 м водяного столба	0,0968	0,1	0,0736	1	0,963
1 бар (10 ⁵ н/м ²)	0,987	1,019	0,75008	10,19	1

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ШКАЛЫ

Наименование шкалы	Температура, ° C		Нуль	
	плавления льда	кипения воды	шкалы Фа- ренгейта	абсолютный
Цельсия, ° C	0	100	—17,8	—273,15
Фаренгейта, ° F	32	212	0	—495,76
Абсолютная Кель- вина, K	273,15	373,15	255,4	0

Формулы для пере-
счета температуры
в градусах шкалы
Цельсия

$$t^{\circ} \text{C} = 0,555 (t^{\circ} \text{F} - 32^{\circ}) = t\text{K} - 273,15;$$

$$1^{\circ} \text{C} = 1,8^{\circ} \text{F} = 1\text{K}$$

МНОЖИТЕЛИ И ПРИСТАВКИ СИ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕСЯТИЧНЫХ КРАТНЫХ И ДОЛЬНЫХ ЕДИНИЦ И ИХ НАИМЕНОВАНИЯ

Приставка СИ	Обозначение приставки		Множитель	Приставка СИ	Обозначение приставки		Множитель
	русское	между- народ- ное			русское	между- народ- ное	
тера	Т	T	10^{12}	деци	д	d	10^{-1}
гига	Г	G	10^9	санتي	с	c	10^{-2}
мега	М	M	10^6	милли	м	m	10^{-3}
кило	к	k	10^3	микро	мк	μ	10^{-6}
гекто	г	h	10^2	нано	н	n	10^{-9}
дека	да	da	10	пико	п	p	10^{-12}